

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der
Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. H. Wolf

Das gesunde und kranke Kiefergelenk im Röntgenbild

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Günther Ködel
aus Würzburg

Würzburg 1958

STANFORD-LANE MEDICAL LIBRARY



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153517_0205

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der
Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. H. Wolf

Das gesunde und kranke Kiefergelenk im Röntgenbild

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Günther Ködel
aus Würzburg

Würzburg 1958

Referent: Priv.-Doz. Dr. Dr. D. Haunfelder

Korreferent: Prof. Dr. med. H. Wolf

Tag der Promotion: 16. 12. 58

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Meinen Eltern in Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
I. Anatomie und Funktion des Kiefergelenkes	2
II. Technik und kritische Würdigung der verschiedenen röntgenologischen Untersuchungsmethoden des Kiefergelenkes	
1. Schräglaterale Aufnahmen	6
2. Transversale Einstellungen und Nahaufnahmen	7
3. Perkraniale Projektionsrichtungen	11
4. Aufnahmen mit sagittalem Strahlengang	21
5. Axiale Projektionsrichtungen	24
6. Arthrographie	27
7. Flächenkymographie	30
8. Tomographische Aufnahmen des Kiefergelenkes	30
9. Vergrößerungstechnik mittels Feinstfokusröhren	35
10. Das Kiefergelenk im Fernröntgenbild und bei kieferorthopädischer Behandlung	37
III. Die Erkrankungen des Kiefergelenkes im Röntgenbild	
1. Entzündungen	41
2. Arthropathia deformans	42
3. Die Luxationen und Subluxationserscheinungen	43
4. Frakturen des Kiefergelenkes	46
5. Tumoren im Kiefergelenkbereich	52
Zusammenfassung	58

Einleitung

Das Röntgenbild ist für die Wiedergabe der normalen Anatomie des Kiefergelenkes und für die Darstellung krankhafter Erscheinungen von großer Bedeutung. Bekanntlich lassen sich wegen ihrer Beschaffenheit nicht alle zum Kiefergelenk gehörenden Teile (Gelenkknorpel, Zwischenscheibe, Muskel-, Kapsel- und Bandapparat) direkt wiedergeben. Allein die Tatsache aber, daß auf diese Weise Form und Lage der knöchernen Gelenkteile einer kritischen Beurteilung unterzogen werden können, ist von unschätzbarem Wert.

Seit der diagnostischen Anwendung der Röntgenstrahlen wurden zur entsprechenden Darstellung des Kiefergelenkes zahlreiche Aufnahmemethoden angegeben. Grundsätzlich kann das Kiefergelenk mit transversalen, sagittalen, axialen und schräglateralen Projektionsrichtungen zur Darstellung gebracht werden. Allen diesen Aufnahmemethoden ist aber gemeinsam, daß einer exakten und überlagerungsfreien Darstellung der Gelenkteile mehr oder weniger große Schwierigkeiten im Wege stehen. Auf Grund seiner Lage an der Schädelbasis gibt es kaum eine Einstellungsmöglichkeit, bei der sich nicht Felsenbein, Paukenhöhle, innerer und äußerer Gehörgang, Gelenk und Jochbogen der Gegenseite sowie die Wirbelsäule störend bemerkbar machen. Diese Schwierigkeiten zu umgehen ist das Bestreben aller Autoren gewesen und hat schließlich zu einer Vielfalt von Röntgenaufnahmemethoden geführt.

Das gesunde und kranke Kiefergelenk im Röntgenbild

I. Anatomie und Funktion des Kiefergelenkes

Zum besseren Verständnis der einschlägigen Aufnahmen ist es notwendig, die normale Anatomie und die Funktion des Kiefergelenkes zu erläutern.

Die beiden einzigen, echten beweglichen Verbindungen zwischen zwei Schädelknochen sind die beiden Kiefergelenke, die beide, trotz ihrer völligen Trennung, aufbaumäßig gänzlich übereinstimmen, so daß man gemeinhin nur von dem Kiefergelenk spricht.

Im Kiefergelenk ist der Unterkiefer mit dem Schläfenbein beweglich verbunden. Dieses Gelenk ist aus zwei knöchernen Teilen zusammengesetzt:

1. Dem Processus articularis des Unterkiefers, der aus einem annähernd quergestellten Kopf mit leicht nach vorne geneigtem Hals besteht. Die Längsachse des walzenförmigen Kieferköpfchens bildet mit der der anderen Seite einen nach ventral offenen Winkel von ungefähr 165° . Das Capitulum selbst besteht aus dichtem, spongiösem Knochen, der gegen den deckenden derben Faserknorpel, und zwar besonders in seinem oberen vorderen Anteil, durch eine dünne Knochenschicht abgegrenzt ist.
2. Der Fossa mandibularis bzw. dem Tuberculum articulare des Schläfenbeins. Die im Sagittalschnitt S-förmig gekrümmte Gelenkfläche am Os temporale besteht aus einem vorderen konvexen Teil, dem Tuberculum articulare und einem hinteren konkaven Teil, der Gelenkpfanne. Das Tuberculum articulare, das sich als Bestandteil des Kiefergelenkes nur beim Menschen findet, weist einen individuell verschiedenen Steilheitsgrad auf. Die Gelenkgrube ist größer als das Gelenkköpfchen, so daß dieses nur den vorderen Teil der Gelenkpfanne benutzt. Daher ist auch nur dieser Teil der Fossa mandibularis mit einer dünnen Schicht Faserknorpel überzogen. Die Hinterwand der Gelenkgrube wird von der sehr dünnen Pars tympanica des Schläfenbeins und dem kleinen Processus retroarticularis gebildet. Schräg durch die Tiefe der Gelenkgrube zieht von ventro-medial nach dorso-lateral die Fissura petro-tympanica, welche die Chorda tympani, die Verbindung zwischen N. facialis und N. lingualis, mit ihren Sekretions- und Geschmacksfasern enthält.

Die beiden Gelenkflächen der artikulierenden Knochen berühren sich aber trotz ihrer annähernden Kongruenz nie, weil eine Gelenkscheibe, der Discus articularis, zwischen beide Knochen eingeschaltet ist. Dieser teilt das Gelenk in zwei getrennte Artikulationskammern und ist selbst eine verschiebbliche Gelenkpfanne. Im wesentlichen erfolgen im oberen Gelenkbereich die Gleitbewegungen und im unteren die Drehbewegungen. Da nach Petersen der Discus als Knorpelsehne in Verlängerung des M. pterygoideus lateralis aufzufassen ist, leistet er den Zone zwischen dem Gelenkköpfchen und der unteren Fläche der Fossa mandibularis. Die Scheibe ist oval, an ihrer Oberseite vorne konkav, hinten konvex geformt und allseitig aufgewulstet. An ihrem vorderen Rand inseriert der M. pterygoideus lateralis. Die Unterfläche des Discus ist nach allen Richtungen konkav,

entsprechend dem Gelenkköpfchen, dem er kappenartig aufsitzt. Die Dicke der Gelenkscheibe ist verschieden. Mit ca. 3 mm ist der hintere Rand am stärksten, dann folgen der vordere Rand mit etwa 2 mm und die dünne Mitte mit 1 bis 2 mm. Daraus erklärt sich auch die gelegentlich zu beobachtende Perforation des Discus in seiner Mitte. Bei der Öffnungsbewegung verschiebt sich das Gelenkköpfchen zusammen mit der Bandscheibe auf das Tuberculum articulare. Beim Kieferschluß gleiten beide wieder in die Fossa mandibularis zurück. Die ziemlich weite und schlaffe Gelenkkapsel ist mit den Rändern des Discus fest verwachsen, wodurch Luxationen des Kieferköpfchens ohne Zerreißen der Kapsel möglich sind, eine für das Kiefergelenk spezielle Erscheinung (Kranz). Die Kapsel enthält lange und kurze Fasern; jene verbinden die Ränder der Gelenkkörper, diese fixieren den Discus. Auf diese Weise entstehen zwei vollkommen voneinander getrennte Gelenkkammern, von denen die obere größer als die untere ist. Ferner werden infolge der schlaffen Kapsel ausgiebige Bewegungen möglich. Der Ansatz der Kapsel fällt vorne mit dem Rande des Kieferköpfchenknorpels zusammen, greift hinten über diesen hinaus und liegt etwas oberhalb der am meisten nach hinten sich vorwölbenden Stelle. Die Gelenkkapsel wird in ihrem lateralen Bereich durch einen vom Unterrand des Jochbogens zum Gelenkhals verlaufenden Faserzug (Ligamentum temporo-mandibulare) verstärkt. Dieses Band setzt dreieckig konvergierend am Collum an und wird nur bei extremen Bewegungen gespannt. Daneben sind noch zwei weitere Bänder erwähnenswert: das Lig. speno-mandibulare und das Lig. stylomandibulare, die alle Bewegungen des Unterkiefers erlauben.

In unmittelbarer Nachbarschaft der Gelenkkapsel liegt die Parotis. Von ihr schiebt sich ein kleiner Teil in den Raum zwischen dorsalem Rand des aufsteigenden Unterkieferastes und äußerem Gehörgang. Übrigens fand Steinhardt in jedem Sagittalschnitt durch das Kiefergelenk einen Teil der Parotis „zwischen der Ohröffnung und der Hinterfläche des Collum mandibulae im lockeren Kapselbindegewebe“.

Projiziert man das Gelenkköpfchen nach dorsal auf „das Ohr“, so trifft das laterale Drittel auf den knorpeligen Anteil des äußeren Gehörganges, das mittlere auf den knöchernen Teil und das mediale Drittel auf die Paukenhöhle. In der dünnen Wand des Os tympanicum, die das Mittelohr von der Gelenkgrube trennt, können Knochenlücken vorkommen. Diese und die Fissura petrotympanica ermöglichen das Übergreifen entzündlicher Prozesse vom Mittelohr in den extracapsulären Teil der Fossa mandibularis.

Erwähnenswert ist noch, daß durch den stellenweise äußerst dünnen Boden der Gelenkgrube auch enge Beziehungen zur mittleren Schädelgrube bestehen.

Die wesentlichen Muskeln für die Bewegungen des Unterkiefers sind:

- A. die „eigentlichen Kaumuskeln“, – die außer der Bewegung des Kiefergelenkes keine andere mechanische Funktion haben – (M. temporalis, M. pterygoideus medialis und lateralis, M. masseter),
- B. die „accessorischen Kaumuskeln“ (alle Zungenmuskeln, Muskeln der Lippen und Wangen, die Gruppe der oberen Zungenbeinmuskeln und einige Halsmuskeln).

Das Kiefergelenk erhält seine Nervenversorgung von dem sensiblen N. auriculotemporalis und vom N. massetericus des N. mandibularis. Seine Blutversorgung erfolgt aus einigen Seitenästen der Arteria maxillaris interna. Diese dringen dicht am M. pterygoideus lateralis in Gelenkkapsel und Kieferköpfchen ein.

Das kindliche und jugendliche Kiefergelenk hat einige Besonderheiten:

Beim Neugeborenen befindet sich das Kieferköpfchen in der Gelenkpfanne, doch fehlt noch das Tuberculum articulare. Dieses tritt erst mit dem Durchbruch der Milchzähne deutlich in Erscheinung. Ein weiteres Tiefertreten der lateralen Partie des Tuberculum articulare über die Horizontale ist bisweilen vom 6. Lebensjahre ab zu beobachten. Mit dem Einsetzen der ersten Dentition erfolgt dann eine Bißhebung, durch welche der Processus articularis aus der Gelenkpfanne herauskommt und auf die Rückfläche des Tuberculum articulare verlagert wird. Durch die hierbei erfolgte Lageänderung des Gelenkkopfes kommt es zu einer Umwandlung der dem hyalinen Knorpel ähnlichen Gelenkflächenbedeckung. Mit dem Durchbruch der bleibenden Zähne tritt dann nochmals eine Bißhebung ein.

Das Längenwachstum des Kiefergelenkes erfolgt an der Grenze zwischen Knorpelüberzug und spongiösem Knochen des Gelenkköpfchens. Im 13. bis 16. Lebensjahr kommt es dann, nach Abschluß des Längenwachstums, zur Ausbildung einer festen Kompakta an dieser Grenze.

Das Kiefergelenk besitzt eine komplizierte Mechanik. So sind beispielsweise die Öffnungs- und Schließbewegungen des Unterkiefers keine Scharnierbewegungen um eine feststehende, transversale Achse, die durch beide Gelenkköpfchen verläuft, wie man bei Nachahmung dieser Drehbewegungen am mazerierten Schädel wohl annehmen möchte. Sehr einfach kann man sich von der Unrichtigkeit dieser Vorstellung überzeugen: Legt man den kleinen Finger in den äußeren Gehörgang, so fühlt man ventral das Kieferköpfchen. Öffnet man den Mund, so entfernt sich das Gelenkköpfchen von der vorderen Gehörgangswand und kehrt beim Kieferschluß wieder zum tastenden Finger zurück. Daraus ergibt sich, daß die Drehachse nicht feststeht und zudem außerhalb der Processus articulares liegt. Nach Hyrtl und Merkel soll sich der Drehpunkt im aufsteigenden Ast, etwa in Höhe des Foramen mandibulare finden, doch trifft dies nach Chissin (1906) nicht zu. Weitere Untersuchungen von Bennet, Breuer, Gysi u. a. ergaben, daß es sich bei den Öffnungs- und Schließbewegungen um eine Art von Drehgleiten handelt, und daß die Drehachse auf einer annähernd S-förmig gekrümmten Achsenbahnkurve wandert.

Beim Öffnen der Kiefer werden die Kondylen und die Disci articulares von den Mm. pterygoidei laterales und den Mm. biventri, mylohyoidei und geniohyoidei nach abwärts und vorwärts gezogen, so daß sie gegenüber und unterhalb des Kammes der Eminentia articularis ruhen. Bei Kontraktion des M. pterygoideus lateralis wird der Discus nach vorne gezogen, gleichzeitig dreht sich das Kieferköpfchen in der Gelenkpfanne (Drehgleitbewegung).

Bei der Schließbewegung wirken jeweils synergistisch die drei Adduktoren auf beiden Seiten: M. temporalis, M. masseter und M. pterygoideus medialis.

Nach neueren Untersuchungen von Zimmer ergeben sich für die Kieferöffnungsbewegungen ganz neue und von den bisherigen Vorstellungen abwei-

chende Anschauungen. Mittels eines Röntgenspezialverfahrens, der Flächenkymographie nach Stumpf, hat Zimmer Studien der Kiefergelenkbewegung durchgeführt. Dabei ergab sich, daß das Gelenkköpfchen bei der Mundöffnung nicht nach vorne, sondern erst nach abwärts rutscht. Zimmer gibt hierfür folgende Erklärung: Der M. pterygoideus lateralis zieht den der Schädelbasis S-förmig gekrümmt anliegenden Discus straff, so daß er eine Scheibe mit planer Unterfläche darstellt. Dadurch wird zuerst das Gelenkköpfchen entsprechend weit nach caudal gedrückt. Unter diesen Umständen rutscht das Capitulum durch geringen Muskelzug auf der glatten Unterfläche des Discus „schlagartig“ nach vorne. Der M. pterygoideus lateralis zieht also das Gelenkköpfchen nicht um das Tuberculum articulare herum.

Bei der Vorwärtsbewegung des Unterkiefers aus der Occlusionsstellung heraus müssen sich zuerst die unteren Schneidezähne an der Hinterfläche der oberen Frontzähne nach abwärts bewegen, um sich dann, wenn sie über die Schneidekanten der oberen Zähne hinausgekommen sind, beim weiteren Vorschieben etwas nach oben anzuheben. Diese Bewegung, bei der ein Vorschieben des Unterkiefers von 0,5 bis 1,5 cm möglich ist, findet annähernd in Form eines „V“ statt. Die dafür verantwortlichen Muskeln sind die beiden äußeren Flügelmuskel, deren extrem weites Vorwärtsschieben durch Anspannen der hinteren Verstärkungsfasern der Gelenkkapsel gehemmt wird. Das Zurückziehen aus der Endstellung erfolgt durch das hintere Drittel der beiden Schläfenmuskeln.

Hinsichtlich der Vor- und Rückschiebebewegung in Artikulation der Zähne behaupten Bluntschli und Winkler, „daß die Vor- und Rückbißbewegung nur dann sich einigermaßen als reine Gleitbewegung abspielen wird, wenn einem flachen Tuberculum eine entsprechend flache bzw. einem stark gekrümmten Tuberculum eine entsprechend konkave Occlusionskurve entspricht“.

Bei der Seitwärtsbewegung findet eine Rotation der Kondylen in schräger Richtung innerhalb der Gelenkpfanne statt. Die Bewegung erfolgt wechselseitig, aber völlig asymmetrisch. Führt man beispielsweise den Unterkiefer nach links, so kommt das Gelenkköpfchen der rechten Seite aus der Gelenkpfanne heraus und tritt auf das Tuberculum, wobei es sich nach vorne und unten dreht („wanderndes Köpfchen“ nach Voß). Dagegen dreht sich das linke Kieferköpfchen etwas nach außen, verbleibt aber in der Gelenkpfanne („ruhendes Köpfchen“). Indem also der eine Condylus in der Gelenkpfanne verbleibt, der andere aber auf das Tuberculum tritt, kommt es zu einer Schrägstellung des Unterkiefers. Bei diesen Seitwärtsverschiebungen erfolgt die Bewegung des ruhenden Gelenkköpfchens im unteren, die des wandernden Köpfchens im oberen Kiefergelenk.

Nach bisher von anderer Seite noch nicht bestätigten Untersuchungen Wassmunds liegt unter der weiten und schlaffen Gelenkkapsel eine etwas straffer gespannte Gelenkhülle, die durch lockere Faserzüge mit der (äußeren) Gelenkkapsel verbunden ist. Diese innere fibröse Haut umhüllt Gelenkköpfchen und Discus articularis. Sie setzt ebenso wie die äußere Gelenkkapsel am unteren Jochbogenrand an und endet dicht unterhalb der Gelenkwalze. Auch inseriert der Discus an der inneren Gelenkhülle und „hat an der äußeren Gelenkkapsel keine unmittelbaren Anheftungen“.

II. Technik und kritische Würdigung der verschiedenen röntgenologischen Untersuchungsmethoden des Kiefergelenkes

1. Schräglaterale Aufnahmen

Die ältesten, fast ausnahmslos von deutschen Zahnärzten angegebenen Aufnahmemethoden des Kiefergelenkes beruhen auf schräglateralen Projektionsrichtungen. Das 1909 von H ä n i s c h angegebene Verfahren wurde in den folgenden Jahren von Brautlacht (1910), Kantorowicz, Köhler, Ossig, Pfahler, Quiering, Albers-Schönberg, Cieszynski und Pordes modifiziert. Eine weitere Verbesserung durch Anwendung eines „Hilfsdrehgriffes“ für den Kopf des Patienten verdanken wir Pordes. Dabei wird der contralaterale Kieferast weitgehendst nach cranial verlagert, wodurch sich der Zentralstrahl günstiger einstellen läßt. Dieses Verfahren haben in der Folge Quiering, Albers-Schönberg und Kantorowicz weiter ausgebaut. Als Resultat ergaben sich übersichtliche Bilder der Pars horizontalis und Pars ascendens mandibulae, während das Kiefergelenk selbst immer noch undeutlich zur Darstellung gelangte.

Bei diesen Aufnahmearten wird der Kopf zur Seite gedreht und der Zentralstrahl schräg von unten auf den aufsteigenden Unterkieferast der plattennahen Seite gerichtet. Die so gewonnenen Bilder bringen die Pars ascendens mit dem Collum mandibulae gut zur Darstellung, doch wird das Gelenk wegen der schrägen Einstellung von unten her verprojiziert und teilweise auch vom Wirbelsäulenschatten überlagert. Infolge der Divergenz zwischen Achsenrichtung der Gelenkwalze und Zentralstrahl tritt auch eine recht störende Verzeichnung ein.

Cieszynski benützte bei seinen schräglateralen Aufnahmen erstmals ein paravertebral zielendes Strahlenbündel, indem er als Transparenzspalte für den Zentralstrahl den freien Raum zwischen aufsteigendem Unterkieferast und Wirbelsäule wählte. Außerdem wurde die Technik durch Verwendung einer Orientierungstafel, eines Diagramms zur Einstellung des Zentralstrahles u. a. m. verfeinert.

Auch Eisler bedient sich bei seinem Aufnahmeverfahren des retromandibulären Raumes. Dabei wird der Kopf des Patienten überhängend schräg zur Seite gedreht, so daß er mit dem aufzunehmenden Gelenk der Kassette anliegt. Der Zentralstrahl zielt zwei Querfinger dorsal-caudal vom röhrennahen Kieferwinkel auf den plattennahen aufsteigenden Unterkieferast. Bei dieser Technik gelangen Collum und Capitulum gut zur Darstellung, dagegen ist der Gelenkspalt, speziell im dorsalen Bereich, nur unvollkommen zu erkennen.

Gabriel (1926) will die bei Röntgenaufnahmen des Kiefergelenkes immer wieder auftretenden Schwierigkeiten dadurch überwinden, daß er die Gelenkaufnahme mit einer Durchleuchtung verbindet. Zu diesem Zweck wird die aufzunehmende Gelenkregion am sitzenden Patienten während der Durchleuchtung eingestellt und im Anschluß daran sofort eine Röntgenaufnahme angefertigt. Bei Verwendung der von dem Autor angegebenen Rollfilmkassette gelingt es bis zu acht Aufnahmen auf einem Rollfilm in Aufnahme 9×12 zu machen. Gabriel

sagt selbst von dieser etwas komplizierten Methode: ... es gelingt noch keine reine kinematographische Aufnahme zu machen, sondern nur den Bewegungsvorgang in vier bis acht Einzelbildern festzuhalten und die Stellung des Kopfes zur Pfanne hierdurch in den einzelnen Phasen zu studieren...“

Einen von vorne unten auf das Gelenk gerichteten Strahlengang, mit dem sich etwas günstigere Ergebnisse erzielen lassen, empfehlen vor allem *Algyogzi*, *Hauberrisser* und *Scepel'ski*.

Hauberrisser bedient sich bei seiner 1928 angegebenen Aufnahmemethode einer von *Precht* konstruierten und von ihm modifizierten Einstellvorrichtung. Die Einstellung wird so vorgenommen, daß der Zentralstrahl bei weit geöffnetem Munde etwa 1 cm über der Kaufläche des zweiten unteren Molaren der Gegenseite (röhrennahe Seite) auf das plattennahe Kiefergelenk trifft. Die so gewonnene Aufnahme gibt den oberen Teil des aufsteigenden Unterkieferastes zwischen den beiden Zahnreihen wieder. Infolge der schrägen Projektion – das Gelenkköpfchen wird in einem Winkel von ca. 30° seitlich getroffen – erscheint das Capitulum etwas vergrößert und verprojiziert. Das Tuberculum articulare kommt ebenfalls gut zur Abbildung. Dagegen verschwindet die craniale Begrenzung des Processus articularis unter dem Schatten des Jochbogens. Somit sind auch der Gelenkspalt und große Teile der Gelenkgrube einer Interpretation nicht zugänglich. Vorzüglich eignet sich diese Einstellung zur Wiedergabe des Processus muscularis.

Diese Aufnahme dürfte sich besonders zur Darstellung des Processus articularis bei Luxationsfrakturen und des Processus muscularis bei Abrißfrakturen und nicht zuletzt auch zur Wiedergabe des Processus zygomaticus empfehlen.

Bei der von *Scepel'ski* 1929 angegebenen Aufnahmetechnik für den Ramus ascendens und das Kiefergelenk sitzt der Patient aufrecht im zahnärztlichen Stuhl. Die Kassette wird so an das aufzunehmende Kiefergelenk angelegt, daß der Zentralstrahl, der dicht über der Kaufläche des zweiten Molaren der röhrennahen Seite möglichst senkrecht auf den aufsteigenden Unterkieferast zielt, parallel auf die Kassette auftrifft. Die Belichtungszeit beträgt bei Verwendung von Verstärkerfolien 2 bis 3 Sekunden.

2. Transversale Einstellungen und Nahaufnahmen

Bereits 1919 findet sich in der Literatur die von *Pordes* angegebene „Spezialeinstellung zur isolierten queren Darstellung des Kiefergelenkes“. Hier nimmt der Zentralstrahl eine praktisch rein transversale Verlaufsrichtung, wobei Medianebene des Schädels und Bildebene parallel zueinander stehen müssen. Das abbildende Strahlenbündel wird durch die Incisura semilunaris der Gegenseite geführt. Den für den Zentralstrahl festzulegenden Mittelpunkt dieser halbelliptischen Lücke gewinnt man durch Palpation des Gelenkköpfchens und des Processus zygomaticus des Schläfenbeines. Die Einstellung auf diesen Punkt erfolgt bei einem Fokusabstand von 1,5 bis 2 cm in rein transversaler Richtung und sekundärer Abänderung in dem Sinne, daß das Strahlenbündel etwas nach dorsal und gleichzeitig nach oben gerichtet ist. Das darzustellende Kieferköpfchen ist jetzt durch die Incisura semilunaris der Gegenseite freiprojiziert „zu sehen“. Eine

Änderung der Zentralstrahlrichtung um nur wenige Grade würde die Abbildung des Gelenkköpfchens durch Knochenstrukturen der plattenfernen Seite überdecken.

Zur Darstellung des Kiefergelenkes bei geöffnetem Mund („Streckstellung des Gelenkes“ nach P o r d e s) ist der Einstellpunkt um die Exkursionsbreite des Gelenkköpfchens nach vorne und unten zu verlegen. Es empfiehlt sich zuerst palpatorisch die Vorwanderung des Köpfchens bei maximaler Mundöffnung zu ermitteln. Dann stellt man auf den gewonnenen Punkt ein und läßt den Patienten erst unmittelbar vor der Exposition den Mund öffnen. Noch besser ist es allerdings, nach maximaler Mundöffnung einen ca. 3 cm hohen Korken, Kunststoff- oder Holzkeil zwischen die Fronzahnreihen zu klemmen, um so die absolute Ruhigstellung des Kiefergelenkes bei maximaler Mundöffnung zu sichern. Eine solche Aufnahme zeigt die Konturen von Kieferköpfchen und Gelenkpfanne deutlicher als bei geschlossenem Munde, weil hier der Pfannenrand das Gelenkköpfchen nicht verschleiern kann. Ferner ist auch bei geöffnetem Munde die Lücke der Incisura semilunaris als Eingangspforte für das Strahlenbündel größer.

Bei dieser Technik werden beide Kiefergelenke nebeneinander dargestellt. Außerdem gelingt es Capitulum und Collum isoliert zu bekommen, wie es sonst mit keiner der schräglateralen Aufnahmetechniken möglich ist. Der Gelenkraum selbst wird allerdings durch Schattenbildung etwas überdeckt. Weiterhin ist nachteilig, daß beide Kiefergelenke wegen der Überlagerung durch andere Schädelknochen, besonders durch die beiden Felsenbeine, schwierig zu beurteilen sind.

In Anlehnung an P o r d e s führten später auch G o c h t, W i e s n e r und W. B a u e r den Zentralstrahl durch die Incisura semilunaris der Gegenseite.

Die Aufnahme nach A l t s c h u l (1919) bringt erstmals – wohl unbewußt – das Prinzip der Nahaufnahme bei der Kiefergelenkdarstellung zur Anwendung. Dieser Autor wählt als Einstellpunkt die vordere Hälfte des aufsteigenden Unterkieferastes der plattenfernen Seite. Der Zentralstrahl zielt auf das Gelenk der plattennahen Seite, wobei er mit der Deutschen Horizontalen einen Winkel von 25° und mit der Frontalebene einen Winkel von 20° bildet. Bei dieser Projektion müssen die Röntgenstrahlen zuerst die plattenferne Kieferregion durchdringen, so daß diese Gebilde infolge der Strahlendivergenz stark in die Länge gezogen und aufgelockert erscheinen. Dadurch werden sie im Bild kaum störend bemerkbar oder überhaupt nicht sichtbar. Bei möglichst nahem Herangehen mit der Röntgenröhre macht sich der röhrennahe Kieferteil auf der Aufnahme noch weniger bemerkbar.

Auf diesen Erkenntnissen beruht auch die 1931 von P a r m a angegebene und als Nahaufnahme bezeichnete neue Methode zur Darstellung des Kiefergelenkes.

In diesem Zusammenhang dürfte interessieren, daß L a u v e n die Nahaufnahme in die Knochendiagnostik eingeführt hat, nachdem er dieselbe bei dem Zahnarzt H a r t w i g in Aachen kennengelernt hatte. Man darf jedoch als sicher annehmen, daß P a r m a seine Nahaufnahmemethode zur Darstellung des Kiefergelenkes unabhängig davon entwickelt hat.

Hierbei wird in Seitenlage die Median-Sagittalebene des Schädels genau parallel zur Kassettenebene ausgerichtet; auch ist darauf zu achten, daß der Kopf nicht mit der Schläfe der Kassette anliegt. Das Kinn wird etwas angehoben und der Mund weit geöffnet.



Abb. 1. Nahaufnahme nach Parma

net, weil auf diese Weise das Gelenkköpfchen aus der Fossa mandibularis heraustritt und den dichten Schatten der Schädelbasis verläßt (Abb. 1). Durch einen keilförmigen Korken zwischen den Frontzahnreihen wird die Mundöffnung fixiert. Dann bringt man die Röntgenröhre ohne den Zentriertubus möglichst nahe an das plattenferne Gelenk heran. Der Zentralstrahl muß genau waagerecht verlaufen, weil sonst bei der Breite der Schädelbasis die geringste Abweichung des Zentralstrahles von der Horizontalebene ein Hineinprojizieren des Gelenkköpfchens in das Schläfenbein bewirken würde. Die eigentliche Richtung des Zentralstrahles in der Horizontalen liegt entweder in der Richtung der Längsachse des zu untersuchenden Kieferköpfchens bzw. der Gelenkpfanne oder in der Richtung des einen Gelenkes zum anderen, also genau senkrecht auf die Median-Sagittalebene des Kopfes eingestellt.

Bei ersterer, in geringem Maße dorsal-exzentrischer Projektion gelingt die Darstellung des kleinsten Gelenkköpfchendurchmessers, da die Strahlungsrichtung parallel zur Gelenkköpfchenlängsachse verläuft. Diese von Parma als „normale Projektion“ beschriebene Darstellungsmethode wird als „Capitulumprojektion nach Parma“ bezeichnet. Sie gibt die Gelenkflächenform und die Neigung des Gelenkköpfchens zur Collumbasis, den sog. Collumwinkel sehr gut wieder.

Bei genau transversalem, auf das Tuberculum gerichteten Strahlengang („Tuberculumprojektion nach Parma“), erscheint das Gelenkköpfchen breiter, da seine latero-mediale Ausdehnung zur Darstellung gelangt. Diese Einstellung eignet sich zur Beurteilung der topographischen Verhältnisse und zur Darstellung der übrigen Gelenkanteile.

Parma fand auf manchen der nach seinem Nahaufnahmeverfahren angefertigten Röntgenbilder zwei Linien im Bereich des Tuberculum articulare. Dies veranlaßte ihn zwei bestimmte Formen des Kiefergelenkes zu beschreiben, die von Steinhardt und Langen durch zusätzliche histologische Untersuchungen näher erforscht wurden, nämlich das „offene“ und das „geschlossene“ Gelenk. Bei der geschlossenen Gelenkform schließt der laterale Teil des Jochbogenfortsatzes in Form der nach unten vorspringenden Crista arcus zygomatici die Gelenkpfanne nach außen ab. Dies entspricht im Röntgenbild der unteren Linie im Bereich des Tuberculum articulare. Die obere, schwächer zur Darstellung gelangende Linie kennzeichnet ein mehr medial gelegenes Gebiet. Bei der offenen Gelenkform fehlt dieser laterale Abschluß der Gelenkpfanne völlig.

Die Frage, ob eine offene oder geschlossene Gelenkform vorliegt, kann mit der Nahaufnahme nicht immer mit Sicherheit geklärt werden. Hierzu eignet sich die sagittale Projektion, bei welcher der transversale Verlauf von Gelenkgrube und Kieferköpfchen deutlich dargestellt wird. Bei der geschlossenen Gelenkform ist die Fossa articularis mehr konkav und das Gelenkköpfchen entsprechend konvexer ausgebildet, als bei der offenen Gelenkform.

Bei der von Krajewski 1956 angegebenen Aufnahmetechnik der Kiefergelenke handelt es sich um eine Kombination der von Parma und Pordes ausgearbeiteten Methoden. Hier verläuft der Zentralstrahl unter Anwendung des Prinzips der Nahaufnahme durch die Incisura semilunaris der plattenfernen Seite.

Den gleichen Strahlengang bei Naheinstellung empfahl allerdings Heuser schon 1952.

Auch Zimmer verwendet das Prinzip der Nahaufnahme bei der von im 1941 beschriebenen „Kontaktaufnahmemethode zur seitlichen Darstellung des Kiefergelenkes“. Diese Technik entspricht im wesentlichen der von Parma angegebenen, obwohl Zimmer seine Methode, wie er ausdrücklich betont, ohne Kenntnis der Arbeit Parmas entwickelt hat.

Der Patient legt seinen Kopf so auf die flach auf dem Aufnahmetisch liegende Kassette, daß die Median-Sagittalebene des Schädels parallel zur Kassettenebene ausgerichtet ist. Nun tastet man bei weit geöffnetem Mund — zur Ruhigstellung des Unterkiefers gibt man einen ca. 3 cm hohen Korken zwischen die Schneidezähne — den vorderen Rand des M. masseter im Bereich der geöffneten Zahnreihen. Dicht über diesen Punkt — die Stelle entspricht etwa dem hinteren oberen Molaren — stellt man den Zentralstrahl ein. Die Röntgenröhre selbst darf hierbei die Wange berühren, soll aber nicht mehr als 0,5 cm von ihr entfernt sein. Als Belichtungszeit werden bei 55 kV und 20 mA 0,5 Sekunden angegeben.

Bei dieser Technik sind die Kontur- und Strukturverhältnisse des freiprojizierten Kieferköpfchens und der Gelenkpfanne gut zu beurteilen. Vorteilhaft ist auch die einfache Einstelltechnik.

Bei Nahaufnahmen ist besonderer Wert auf Strahlungshärte, ausreichende Filterung und enges Einblenden des Nutzstrahlenbündels zu legen. Die Möglichkeit einer Überbelastung und somit Schädigung der anliegenden Hautpartien bei Nahaufnahmen muß immer in Betracht gezogen werden, sei es weil nicht selten Patienten schon andernorts röntgenologisch untersucht wurden, aus den ver-

chiedensten Gründen häufige Röntgenkontrollen erfolgen oder Aufnahmen wegen mangelhafter Technik wiederholt werden müssen. Grundsätzlich empfiehlt sich bei Nahaufnahmen die Verwendung harter Strahlen, da solche den Organismus weniger stark belasten. Ferner ist auf ausreichende Filterung (Filter: 4 mm Aluminium) und enges Einblenden des Nutzstrahlenbündels zu achten.

In Anlehnung an die Nahaufnahme *Parma's* entwickelte *Steinhardt* eine weitere Methode. Hierbei wird der Zentralstrahl von einem 3 cm vor und 3 cm unterhalb des Tuberculum articulare der plattenfernen Seite liegenden Punkt aus etwas nach cranial und dorsal auf das filmnahe Gelenk gerichtet, um so eine bessere Darstellung der Gelenkgrube zu erreichen; diese ist nämlich bei einem horizontalen Verlauf des Zentralstrahles meist stärker verschattet. Durch diese Zielstrahlführung – schräg von unten und vorne kommend – gelingt die Darstellung der, allerdings etwas verkürzten Längsachse des Capitulum. Daher kann dieses, ebenso wie das Tuberculum articulare in seiner latero-medialen Ausdehnung beurteilt werden, doch ist das Gelenkköpfchen selbst etwas verzeichnet. Dagegen läßt sich die „Gelenkspaltbreite“, vor allem zwischen vorderer Capitulumfläche und Tuberculum gut beurteilen. Selbstverständlich ist auch hier der röntgenologische Gelenkspalt nicht identisch mit der Wirklichkeit, weil unbekannt bleibt, ob die Auseinanderprojektion von Gelenkköpfchen und -pfanne maximal erfolgt ist. Auch entspricht die Breite des auf dem Film abgebildeten Gelenkspaltes in der Regel nicht den tatsächlichen Verhältnissen. Hingegen kommt die Fossa mandibularis im allgemeinen recht gut zur Darstellung.

Die Kiefergelenkaufnahme nach *Steinhardt* ist immer dann ein vorteilhafter „Ersatz“ für die nicht anwendbare Aufnahmemethode *Parma's*, wenn die Mundöffnung stark eingeschränkt ist (Ankylosen, Frakturen im Bereich des Processus articularis bzw. muscularis, Jochbogenimpressionen oder Jochbeintrümmerfrakturen, deformierte Kiefergelenke, myogene Kieferklemmen). Nachteilig sind bei dieser Technik manchmal die stark schattengebenden oberen Molaren. Die anderen, im Strahlenverlauf liegenden Gebilde, wie Oberkiefer und Processus pterygoideus der röhrennahen Seite, werden infolge der Divergenz der Strahlen kaum zur erkennbaren Darstellung gebracht.

3. Perkraniale Projektionsrichtungen

Zur genaueren Beurteilung des engeren Gelenkbezirkes, speziell des eigentlichen Gelenkraumes, eignen sich besonders die Aufnahmen der Ohrenärzte *Schüller*, *Stenvers* und *E. G. Mayer*. Nachdem *Schüller* schon 1905 eine Aufnahmetechnik zur Darstellung der Felsenbeine angegeben hatte, wurde diese Methode auffälligerweise erst nach zwei Jahrzehnten von *Steinhardt* und *Langen* zu ihren pathologisch-anatomischen Untersuchungen des Kiefergelenkes herangezogen, obwohl schon viel früher von Otologen auf die Zweckmäßigkeit dieser Aufnahmerichtung zur gleichzeitigen Mitbeurteilung des Kiefergelenkes aufmerksam gemacht worden war (*Uffenorde*, *Loebell* u. a.). Später hat dann *E. Hausser* mit dieser nach *Lindblom* (siehe später) abgeänderten Technik kieferorthopädische Studien am Kiefergelenk betrieben, wobei er besonders auf die fast unverzerrte Darstellung der Gelenkwalze hinwies. Auch in eini-

gen Dissertationen (Keller, Siekmann, Andres, Schulze) wurde die Brauchbarkeit dieser Felsenbeinaufnahme zur Untersuchung des Kiefergelenkes lobend hervorgehoben.

Bei der von Schüller für rein otologische Zwecke angegebenen perkranialen Aufnahme des Felsenbeines kann der Patient liegen oder sitzen. Der Patient muß nur so gelagert werden, daß die Median-Sagittalebene des Schädels parallel zur Plattenebene liegt. Die Ohrmuschel auf der zu untersuchenden Seite wird nach vorne umgeschlagen und das Gelenk an die Kassette angeedrückt. Der Zentralstrahl zielt etwa handbreit über dem röhrennahen Kiefergelenk auf den äußeren Gehörgang der interessierenden Seite, wobei er mit der Deutschen Horizontalen einen nach oben offenen Winkel von 15° bildet. In der Vertikalen wird der Zentralstrahl so eingestellt, daß er annähernd senkrecht über der Kiefergelenkachse verläuft.

Diese Aufnahmetechnik fand vor allem hinsichtlich der Winkeleinstellung zahlreiche Modifikationen:

Nachdem Lindblom schon frühzeitig auf die Vorzüge dieser Aufnahmetechnik zur röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenkes hingewiesen hatte, gab er zur Erleichterung der nicht einfachen Einstellung, vor allem aber wegen der zuweilen gebotenen Notwendigkeit Aufnahmen unter gleichen Projektionsverhältnissen zu Vergleichszwecken anzufertigen, ein Einstellgerät an. Hierbei wird der Zentralstrahl vom plattenfernen Gelenk durch einen Zeiger, der senkrecht zum Film und in einem Winkel von 15° von oben und zugleich etwas dorsal ausgerichtet ist, orientiert. Den Nachteil der Ausrichtung des Zentralstrahles auf das plattenferne Gelenk behob E. Hausser 1940 durch die Konstruktion eines Einstellgerätes, bei dem der Zentralstrahl, nach Lagerung des Kopfes in eine bestimmte Lagebeziehung zum Film, auf das plattennahe Gelenk ausgerichtet wird. Er fand, besonders bei Aufnahmen für Kinder, eine Einstellung des Zentralstrahles in einem Winkel von 23° von oben und 15° von dorsal als ideal. Schon vorher hatte Lindblom die Einstellung des Zentralstrahles in der Weise vorgenommen, daß das Strahlenbündel aus einer Richtung 20° von dorsal und nur 10° von oben zur Deutschen Horizontalen geneigt oder 15° von oben zur Camperschen Ebene orientiert, einfiel. Er hatte nämlich richtig erkannt, daß das Gelenk bei den Schüller-Aufnahmen, infolge der Achsendivergenz zwischen Gelenkköpfchenachse und abbildendem Strahlenbündel eine ähnliche Verzeichnung wie bei den Aufnahmen nach Parma erfährt.

E. Hausser gibt noch eine einfache Orientierungsmethode ohne Einstellvorrichtung für die Praxis an.

Am Kopf des aufrecht sitzenden Patienten wird auf der plattenfernen Seite ein Punkt dreifingerbreit über und hinter der äußeren Gehörgangsöffnung festgelegt, auf den der Zentralstrahl mit Richtung auf das plattennahe Gelenk aus einer Entfernung von ca. 30 cm eingestellt wird. Die Median-Sagittalebene des Schädels steht senkrecht zur Camperschen Ebene, die genau horizontal ausgerichtet ist. Die Kassette selbst drückt der Patient mit der Hand an die Wange.

Diese Aufnahmemethode stellt zwar einen Behelf dar, mit dem aber ausreichend gute Aufnahmen des engeren Gelenkbezirkes erzielt werden können.

Bei der von Zimmer 1941 angegebenen Technik der Schüllerschen Felsenbeinaufnahme wird der Zentralstrahl zunächst senkrecht zur Kassette auf das Kiefergelenk eingestellt. Die Röntgenröhre wird dann so kopfwärts ge-

schwenkt, daß der Winkel der endgültigen Stellung des Zentralstrahles mit der Ausgangsstellung ca. 25° beträgt. Auf diese Weise wird das Gelenk annähernd orthograd getroffen, doch kommt es häufig auch hier, namentlich bei zu flach eingestelltem Winkel, zu Überlagerungen durch die Felsenbeinspitze, wodurch eine genaue Beurteilung der Gelenkverhältnisse wesentlich erschwert wird.

Nørgaard gab 1947 eine „seitlich schräge transkraniale Kiefergelenksaufnahme“ für arthrographische Untersuchungen an. Die Median-Sagittalebene des Schädels ist zur Kompensierung der Achsenabweichung der Gelenkwalzen von der Frontalebene mit 10° bis 15° gegen die Liegetischebene geneigt. Nase und Kinnschuppe sind also leicht der Filmläche genähert. Der Zentralstrahl ist 25° cranialwärts zur senkrechten Verbindungslinie beider Gelenkköpfchen gerichtet und zielt auf das plattennahe Gelenk. Üblicherweise wird eine Aufnahme bei maximaler Mundöffnung und eine bei geschlossenem Mund angefertigt.

Eine weitere Modifikation der Aufnahme nach Schüller bringt Clementschitsch 1948.

Hier verläuft der Zentralstrahl „genau transversal“ in einer Frontalebene, die durch beide Kiefergelenke geht und senkrecht zur Deutschen Horizontalen steht. Dabei bildet der Zentralstrahl mit der Deutschen Horizontalen einen Winkel von 15° bis 25° bzw. einen Winkel von 25° bis 35° . Beträgt der Winkel 15° bis 25° , so wird das Gelenk vom Schatten der Pyramidenspitze überdeckt. Ferner werden Capitulum und Tuberculum nicht senkrecht zur Gelenkachse dargestellt. Umfang und Form des Kieferköpfchens sind nicht zu beurteilen; dagegen sind die posterior-anteriore Wölbung des Gelenkköpfchens und der Collumwinkel übersichtlich dargestellt. Der Gelenkspalt erscheint kaum eingezeichnet. Bei einem Winkel von 25° bis 35° wird das Gelenk nur teilweise vom Pyramidenschatten überlagert. Umfang und Form des Capitulum sind hier gut zu beurteilen. Der Gelenkspalt ist in den cranio-lateralen und dorsalen Partien eingezeichnet.

Bei der dorsal-excentrischen Einstellung verläuft der Zentralstrahl in der Capitulum-Längsachse unter Beibehaltung der schon vorher erwähnten Winkelgrade. Bei einem Winkel von 15° bis 25° werden Gelenkköpfchen und Tuberculum articulare senkrecht zur Gelenkachse abgebildet, doch können Umfang und Form des Capitulum nicht beurteilt werden. Der Gelenkspalt ist in den cranio-lateralen Partien immer, bei stark cranial-excentrischer Einstellung auch ventral längs des Tuberculum eingezeichnet. Bei der dorsal-excentrischen Einstellung will man erreichen, daß das Capitulum in seiner Längsachse getroffen wird. Da jedoch die Drehung des Gelenkköpfchens zur Median-Sagittalebene individuell verschieden ist, gibt es bei einem gleichbleibenden Winkel auch keinen festen Einstellpunkt. Clementschitsch verwendet als Eintrittsstelle für den Zentralstrahl einen Punkt, der über dem dorsalen Umfang der Processus mastoidei gelegen ist.

Brachmann propagiert in seiner 1950 angegebenen Modifikation der Schüller'schen Felsenbeinaufnahme für die Einstellung des Zentralstrahles einen Winkel von 45° . Er glaubt damit „eine noch bessere Darstellung des Kiefergelenkes“ zu erzielen.

Schloßhauer empfiehlt 1955 für Schüller-Aufnahmen die Verwendung einer Schönan der-Röntgenapparatur*). Bei seiner Schüller-Aufnahme liegt der Eintrittspunkt des Zentralstrahles zwei Querfinger oberhalb des

*) Spezialgerät für Präzisionsaufnahmen des Schädels nach Prof. Lysholm.

Oberrandes der plattenfernen Ohrmuschel und zielt in einem Winkel von 20° bis 25° auf das aufzunehmende, kassettennahe Kiefergelenk. Die Ohrmuschel ist dabei nach vorne umgeschlagen. Bei einem Fokus-Filmabstand von 70 cm und unter Verwendung einer Bucky-Blende zur Abschirmung der Streustrahlung beträgt die Belichtung 78 kV und 180 mAs^{**}).

In den skandinavischen Ländern werden bevorzugt die von Runström angegebenen Aufnahmeanordnungen angewendet. Dabei entspricht die als Runström-I-Aufnahme (sog. flache Schüller-Aufnahme) bezeichnete Röntgentechnik der Original-Schüller-Aufnahme mit einer Zentralstrahlneigung von 15° zur Ohr-Augen-Ebene, während bei der Runström-II-Aufnahme (sog. steile Schüller-Aufnahme) der Zentralstrahl 35° fußwärts geneigt ist.

H. Müller läßt den Zentralstrahl in einem Winkel von 35° , etwa eine Handbreite über dem röhrennahen Gehörgang, schräg von oben her auf das Kiefergelenk der plattennahen Seite einfallen, wobei er den Einstellpunkt, entsprechend der Achsenneigung der Gelenkwalze, etwa eine Daumenbreite distal vom Gehörgang wählt. Der Fokus-Filmabstand beträgt hier etwa 40 cm. Außerdem empfiehlt Müller zur Vermeidung von Streustrahlen einen Tubus. Bei Verwendung von Verstärkerfolien soll die Belichtungszeit 5 bis 6 Sekunden betragen.

Etwa die gleiche Einstellung wie Zimmer empfiehlt 1957 Marolt. Bei dieser Aufnahmeanordnung wird am Kopf des Patienten die Frankfurter Ebene „raumhorizontal“ ausgerichtet. Die Kassette befindet sich an der Gesichtsseite des zu untersuchenden Gelenkes und verläuft parallel zur Median-Sagittalebene. Die Spitze des Zentriertubus wird auf die Kopfhaut aufgesetzt, und zwar an einem Punkt, der ca. 6 cm senkrecht über dem äußeren Gehörgang der plattenfernen Seite liegt. Auf diese Weise trifft der Zentralstrahl in einem Winkel von etwa 25° zur Horizontalebene auf das abzubildende Gelenkköpfchen.

Die Siemens-Reiniger-Werke Erlangen empfehlen außer einem kleinen Tubus noch eine zusätzliche Abdeckung des Schädels mit Bleigummi zur Erzielung eines kleineren Strahleneintrittsfeldes. Der Fokus-Filmabstand beläuft sich auf 70 cm. Die Belichtungszeit beträgt bei Verwendung von Verstärkerfolien für den Dentalapparat, also bei 60 kV und 15 mA, etwa 4,5 bis 6 Sekunden.

Da bei der Aufnahme nach Schüller der Zentralstrahl das Gelenkköpfchen fast axial trifft, wird dieses somit beinahe unverzerrt und annähernd anatomisch genau innerhalb des Gelenkraumes wiedergegeben. Dabei wird der mediale Teil des Kieferköpfchens infolge des geeigneten Strahlenganges nach unten projiziert, während der laterale Teil die obere Begrenzung im Röntgenbild abgibt. Weiterhin ist vorteilhaft, daß die Oberfläche des Gelenkköpfchens zur Abbildung gelangt, womit man bei Veränderungen an der Gelenkfläche des Köpfchens einen vorzüglichen Einblick erhält. Außerdem wird der Gelenkraum und die Form

^{**}) Hierbei ist die Stromstärke (mA) abhängig von der Belichtungszeit (s). Immer muß aber das Produkt aus Stromstärke und Belichtungszeit 180 mAs ergeben. So beträgt beispielsweise die Belichtungszeit bei 90 mA 2 s, bei 72 mA 2,5 s, bei 60 mA 3 s usw. Allgemein empfiehlt sich eine Belichtungszeit von 1,6 bis 2 Sekunden.

der Fossa mandibularis in ihrer der Filmebene unmittelbar benachbarten lateralen Randzone übersichtlich dargestellt. Besonders der Zwischenraum zwischen Gelenkpfanne und -köpfchen kommt allseits frei von störenden Überlagerungen zur Ansicht. Dieser Zwischenraum gibt allerdings nicht den tatsächlichen Gelenkspalt wieder, denn dieser ist in Wirklichkeit immer kleiner, sondern nur den Abstand der knöchernen Gelenkteile. Andererseits wird damit die Beurteilung der Lage des Gelenkköpfchens und seine Beziehung zur Fossa mandibularis nicht nachteilig beeinflusst. Wertvoll ist die Schüller - Aufnahme zur Feststellung und Analyse der Bewegungen der Condylen, wie sie Marolt bei seinen röntgenologisch-experimentellen Untersuchungen mit Erfolg angewendet hat. Dieser erbrachte unter Anwendung der Aufnahmetechnik nach Schüller den Beweis, „daß die Neigung und die Größe der sagittalen Condylenbahn auf röntgenologischem Wege einfacher und genauer als mit jeder anderen Methode festgestellt werden kann“. Weiter gibt die Aufnahme wegen der guten und meist überlagerungsfreien Übersicht über die Beziehungen des Gelenkköpfchens zum äußeren Gehörgang darüber Aufschluß, ob beispielsweise bei Erkrankungen des Ohres ein Zusammenhang mit dem Kiefergelenk oder auch umgekehrt besteht. Das Collum mandibulae allerdings und auch der Processus muscularis entziehen sich fast immer einer näheren Beurteilung.

Die Felsenbeinaufnahme nach Schüller wird häufig mit den Zähnen in Schlußbißstellung ausgeführt. Bleibt der Mund geöffnet, so wird das Gelenkköpfchen durch den inneren und äußeren Gehörgang sowie von der Paukenhöhle und dem Labyrinth überschattet. Demnach ist bei geöffnetem Mund (Luxationen) die Nahaufnahme nach Parma der nach Schüller vorzuziehen. Das in Occlusionsstellung gewonnene Bild (Kieferklemme) nach Schüller zeigt hingegen die Beziehungen der einzelnen Gelenkteile zueinander besonders übersichtlich, ein Umstand, den die Nahaufnahme nach Parma nicht verbürgt.

Die Aufnahme des Schläfenbeines nach Stenvers (1917) ist ebenso wie die Methode nach Schüller im Liegen oder Sitzen ausführbar (Abb. 2).

Der Kopf des Patienten wird um 45° plattenwärts gedreht, so daß sich die zu untersuchende Seite der Kassette nähert. Die Gesichtshälfte des interessierenden Kiefergelenkes



Abb. 2. Lagerung des Patienten und Einstellung des Zentralstrahles zur Stenvers-Aufnahme (aus Schloßhauer, B.)

liegt mit dem Jochbein, dem oberen lateralen Orbitalrand und der Nasenspitze dem Film an. Der Zentralstrahl zielt auf der plattenfernen Seite unterhalb und etwas seitlich der *Protuberantia occipitalis externa* etwa 2 cm zum platten fernen Ohr hin und geht durch die Hinterhauptschuppe auf den Mittelpunkt der Verbindungslinie zwischen Mitte des lateralen Orbitalrandes (= äußerer oberer Orbitawinkel) und äußerem Gehörgang der zu untersuchenden Seite. Dabei bildet der Zentralstrahl mit der Median-Sagittalebene einen Winkel von 45° , mit der Deutschen Horizontalen einen nach hinten unten offenen Winkel von 12° . Die Belichtung beträgt 78 kV und 180 mAs bei einem Fokus-Filmabstand von 70 cm.

Da bei dieser Projektion das Gelenkköpfchen bei nicht exakter Einstellung häufig vom Jochbogen und von Knochenpartien des Warzenfortsatzes überlagert wird, empfiehlt es sich, größte Sorgfalt auf genaue Lagerung und Zentralstrahl-einstellung zu üben.

Die Technik der Felsenbeinaufnahme nach E. G. Mayer (1923) gelingt am besten in Rückenlage.

Der Kopf wird um 45° von der zu untersuchenden Seite weggedreht und das Kinn angezogen. Dadurch liegt die Hinterhauptschuppe der interessierenden Seite der Kassette an. Es bildet hierbei die Median-Sagittalebene mit der Filmfläche einen Winkel von 45° . Der Zentralstrahl zielt in einem Winkel von 45° mit der Deutschen Horizontalen nach vorne auf das plattennahe Kiefergelenk, wobei der Eintrittspunkt für den Zentralstrahl in den Schädel oberhalb des Orbitalrandes (Stirnhaarsatzlinie) der entgegengesetzten Seite gelegen ist. Bei einem Fokus-Filmabstand von 70 cm beträgt die Belichtung 75 kV und 140 mAs.

Dieses Aufnahmeverfahren hat sich bei der Suche von Frakturlinien im Bereich der knöchernen Ohranteile, wie sie gelegentlich bei Gelenkfortsatzfrakturen zu beobachten sind, hervorragend bewährt. Es kommt allerdings auch bei dieser Einstellung manchmal zu Überlagerungen und zu Verzeichnungen, und zwar gerade dann, wenn die Neigung des Zentralstrahles bei der Aufnahme zu stark oder zu gering war.

Eine weitere perkraniale Aufnahme ist die nach Loepp-Lorenz. Sie stellt im Grunde genommen nur eine Modifikation der Aufnahmetechnik nach Schüller dar („Modifizierte Schüller-Aufnahme“). Hierbei wird die Median-Sagittalebene des Schädels parallel zur Kassette ausgerichtet. Der Zentralstrahl fällt bei maximal geöffnetem Mund etwa einen Querfinger breit vor dem röhrennahen Gelenkköpfchen ein und zielt auf den plattennahen Condylus. Diese Aufnahme kann meist nur zur groben Übersicht dienen.

Grewcock gab 1953 eine „einfache Methode für die Röntgenaufnahme des Kiefergelenkes“ an, die mit jedem normalen Dentalröntgengerät möglich ist.

Eine 9×12 cm große Kassette wird vom Patienten leicht an die Seite des aufzunehmenden Kiefergelenkes angedrückt. Nunmehr wird die Röntgenröhre schräg von hinten oben kommend derart eingestellt, daß der Zentralstrahl mit der Frontalebene einen Winkel von 20° bis 25° nach unten und einen Winkel von 15° bis 20° nach vorne bildet. Dies entspricht ungefähr einem Einstellpunkt, der auf einer Linie 2 bis 2,5 cm über dem oberen Ohrtrand gelegen ist und senkrecht zur Verbindungslinie Äußerer Gehörgang — Spina nasalis anterior steht. Dadurch gelingt es den Zentralstrahl an den im Röntgenbild oft verwirrenden Knochenmassen des Dorsum sellae, des Felsenbeines und des Clivus vorbeizulenken. Grewcock empfiehlt je zwei Aufnahmen von jedem Gelenk, eine in der Ruheschwebelage, die andere in Occlusionsstellung.

Bei dem ebenfalls 1953 von Craddock angegebenen Verfahren wird der Kopf in der Median-Sagittalebene und der Frankfurter Horizontalen ausgerichtet. Die Kassette wird der aufzunehmenden Gesichtsseite so angelegt, daß der untere Kassattenrand parallel zur Deutschen Horizontalen verläuft. Der Zentralstrahl zielt in einem Winkel von 15° auf einen Punkt, der 3,5 bis 4,5 cm oberhalb des Porus acusticus externus der kassettenfernen Seite gelegen ist. Der Autor empfiehlt insgesamt vier Aufnahmen: eine in zentraler Occlusion, eine in der Ruheschwebelage, eine in Kantenbißstellung und eine bei geöffnetem Mund. Diese vier Aufnahmen ergeben dann gleichsam „ein kinematographisches Bild von der Gelenkfunktion“.

De la Tour beschreibt 1931 eine Aufnahmetechnik, die schon 1923 von Thibonneau angegeben wurde. Sie ist jedoch kompliziert und auch schwierig durchzuführen. Der Autor erwähnt weiter vier Methoden von Bercher und Chaumet (Paris), die auch recht umständlich sind und wenig befriedigende Ergebnisse bringen. De la Tour beschreibt dann selbst zwei von ihm entwickelte Aufnahmemethoden:

Auf einem tablettähnlichen Kopfständer, dessen Liegefläche zur Raumhorizontalen in einem Winkel von 45° geneigt ist, befindet sich die Filmkassette, auf welcher der Kopf des Patienten in Profilansicht ruht. Dabei ist die Kopfmedianebene parallel zur Filmfläche ausgerichtet. Die Konusspitze der Röntgenröhre zielt in einem Abstand von ca. 8 cm vom Gesicht des Patienten, in Höhe des röhrennahen Foramen infraorbitale, auf das darzustellende Kiefergelenk, so daß der Zentralstrahl nicht senkrecht, sondern etwas schräg von vorne auf den Film trifft. Durch diese Schrägprojektion erhält man überlagerungsfreie Aufnahmen des Gelenkes und speziell des Kieferköpfchens. Bei 45 kV und 10 mA schwankt die Belichtungszeit zwischen 1 bis 3 Sekunden. Der Verfasser empfiehlt je zwei Aufnahmen bei geschlossenem, bei halb offenem und bei maximal geöffnetem Mund.

Im Anschluß an diese Methode entwickelte der Autor eine weitere Aufnahmetechnik:

Der Patient befindet sich in Bauchlage, der Kopf ruht flach auf einem vom Verfasser angegebenen Tablett, auf dem sich senkrecht zur Tischebene die Kassette befindet. Der Hals ist gestreckt und das Kinn aufgestützt. Die Zentralstrahleinstellung erfolgt in zwei Stufen: Zunächst wird die Röntgenröhre senkrecht auf den Film gerichtet, so daß die Konusspitze den hinteren Rand des plattenfernen aufsteigenden Unterkieferastes einen Finger breit quer über dem Kieferwinkel berührt. Nunmehr wird die Röntgenröhre noch in einem Winkel von 5° gegen den Nacken geschwenkt. Die gewonnene Aufnahme ist weitgehend überlagerungsfrei und nur wenig verzerrt, jedoch macht sich häufig der Schatten des zweiten Halswirbels im Bereich des Gelenkköpfchenhalses störend bemerkbar.

Der Russe Schmidt beschreibt 1953 eine vorteilhafte Aufnahmemethode zur röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenkes.

In Seitenlage bringt der Patient seinen Kopf auf eine im Winkel von 15° zur Tischwaagerechten geneigte Platte aus Plexiglas, unter der die Filmkassette liegt. Von den zwei aufeinander senkrecht stehenden Linien der Plexiglasplatte weist die horizontale Linie in einem Abstand 2 cm rechts und links vom Scheitelpunkt der Geraden je eine Markierung auf, die dem rechten bzw. linken Gelenk entspricht. Auf diese Markierungspunkte legt nun der Patient während der Aufnahme jeweils das rechte oder linke Kiefergelenk. Die Linie, welche die Mitte des Tragus mit dem Nasenflügel verbindet, muß mit der horizontalen Linie auf der Plexiglasplatte zusammenfallen. Die Median-Sagittalebene

ist parallel zur Filmfläche ausgerichtet. Der Zentralstrahl zielt bei einem Fokus-Filmabstand von 25 cm auf einen Punkt, der 1,5 cm vor und 5 cm oberhalb des röhrennahen Gelenkes gelegen ist und wird in senkrechter Richtung auf den äußeren Gehörgang der plattennahen Seite eingestellt. Bei einer Röhrenspannung von 65 kV und bei 12 mA beträgt die Belichtungszeit 3 bis 4 Sekunden (bei Verwendung von Verstärkerfolien). Zur Verbesserung der Qualität der Darstellung wird eine schmale Bleibende verwendet, die das Feld der Belichtung und Strahlenstreuung begrenzt. Der Durchmesser dieses Belichtungsfeldes beträgt 6 cm.

Der Vorzug dieser Aufnahme liegt in der deutlichen Interpretation der topographischen Verhältnisse aller knöchernen Anteile des Gelenkes ohne Überschattung durch andere Knochenpartien. Empfohlen werden Aufnahmen bei geschlossenem und geöffnetem Mund.

Von U p d e g r a v e wurde 1950 eine verbesserte Technik für Röntgenaufnahmen vom Kiefergelenk beschrieben, die mit den in der zahnärztlichen Praxis gebräuchlichen Röntgenapparaten ausführbar ist. Dazu werden allerdings einige Hilfsgeräte benötigt, und zwar:

- a) Ein Winkelbrett, das in einem Winkel von 15° zur Tischebene geneigt ist. Daran sind zwei Metallstäbe als Führungsstangen zur Einstellung der Röntgenröhre befestigt, von denen der eine einen verschiebbaren, auf die Nasenspitze des Patienten einzustellenden Zeiger aufweist. Neuerdings (1954) hat U p d e g r a v e diesen verschiebbaren Zeiger durch eine Kreisskala ersetzt. Mit dieser wird die Median-Sagittalebene des Schädels bestimmt, während eine senkrechte Skala die Höhe der Nasenspitze angibt.
- b) Ein Blatt Papier, das Markierungen für die Ausrichtung des Kopfes besitzt und über der Filmkassette liegt. Da man auf jedem Film zwei Aufnahmen anfertigen kann, teilt man das Papier durch einen senkrechten Strich in zwei gleiche Hälften. Eine durch die Mitte dieses Striches ziehende und auf demselben senkrecht stehende horizontale Linie stellt die Verbindung Tragon — Alare dar. Man stellt nun auf der rechten bzw. linken Hälfte des Blattes jeweils die Mitte der horizontalen Linie fest und markiert die Punkte durch einen senkrechten Strich. An dieser Stelle befindet sich später das Bild des Gelenkes auf dem Film. Nunmehr mißt man von diesem Mittelpunkt auf der waagerechten Linie (auf jeder Papierhälfte) nach außen hin $\frac{3}{4}$ inch (1 inch = 2,54 cm) ab und markiert diesen wichtigen Punkt durch einen kurzen senkrechten Strich. Auf diesen wichtigen Markierungspunkt wird nun ein kleiner Wachskegel aufgesetzt, auf den der Patient die Ohröffnung legt. Auch dies wurde von U p d e g r a v e 1954 vervollkommen, indem sich nun auf dem Winkeltisch schon von vorneherein zwei Öffnungen mit Gewinde zum Einschrauben verschieden langer Ohrkegel befinden.
- c) Eine Bleifolie, die während der Anfertigung der einen Aufnahme den Filmteil für die zweite Aufnahme abdeckt.
- d) Eine Blende aus $\frac{1}{8}$ inch dickem Blei mit der Öffnung von $1\frac{1}{4}$ inch Durchmesser, die anstelle des abgeschraubten Konus am Röntgenapparat angebracht wird. Durch Verwendung einer Blende kann man die durch Sekundärstrahlen hervorgerufene Verschleierung des Bildes einschränken, indem man mit dieser den mittleren Teil der divergierenden Strahlen herauschneidet. Durch die Abnahme des Konus bringt man die Strahlenquelle näher an das Ohr des Patienten heran, wodurch das röhrennahe Gelenk infolge der Divergenz der Strahlen stark verzerrt und unscharf dargestellt wird. Außerdem kann nun auch die Belichtungszeit verkürzt werden. Dadurch können wiederum zur Verbesserung der Qualität des Bildes langsam wirkende Verstärkerfolien verwendet werden.

- e) Ein 1 mm starkes Aluminiumfilter, mit der Bleibende zusammen am Aufnahme-
gerät befestigt, dient zum Schutze des Patienten vor Strahlenschädigungen. „Kiefer-
gelenkaufnahmen sollen niemals ohne Verstärkerfolien und ohne Zusatzfilter und
-blende gemacht werden“ (Updegrave).

Zur Aufnahme setzt sich der Patient vor den Winkeltisch und legt die Gesichtshälfte
mit dem aufzunehmenden Gelenk so auf die Kassette, daß der Ohrkonus in den Gehör-
gang zu liegen kommt. Der Kopf des Patienten soll auf dem Ohreingang, dem Jochbein
und der Unterkieferwinkel-Region liegen. Dann wird die Kreisskala durch Verschieben
in der Senkrechten auf die Nasenspitze ausgerichtet. Nun stellt man die bewegliche
Querstange auf die Median-Sagittalebene ein und liest beide Werte ab. Dadurch ist dann
die Lage des Kopfes genau bestimmt und kann jederzeit wiederholt werden! Die Lage
des Kopfes kann links und rechts verschiedene Werte ergeben. Mit Hilfe der Führungs-
stangen wird sodann die Röntgenröhre senkrecht über den Kopf des Patienten eingestellt.

Die Belichtungszeit beträgt bei einem Fokus-Filmabstand von 10 inch und unter Ver-
wendung von Verstärkerfolien für Erwachsene 3,5 Sekunden und für Kinder 1,5 Sekun-
den bei 60 kV und 10 mA.

Durch kleine Verbesserungen am Winkeltisch ist es heute möglich, 4-Bilder-
Serien- bzw. 6-Bilder-Serien auf einer Kassette anzufertigen. Updegrave emp-
fiehlt von jeder Seite je eine Aufnahme in zentraler Occlusion bzw. in der Ruhe-
schwebelage und bei weit geöffnetem Mund. Die Mundöffnung wird durch zwei
Gummiblöcke, die links und rechts zwischen den Backenzähnen liegen, konstant
erhalten. Ein einzelner Gummiblock zwischen den Frontzahnreihen würde den
Patienten leicht zum Vorbiß verleiten.

Zur Feststellung von Tumoren wird der Kopf unter Verwendung eines lan-
gen Ohrkonus steiler schräggelagert, so daß der Unterkieferrand auf dem
Winkeltisch aufliegt. Diese Aufnahme wird als „Schräg-von-oben-Technik“ be-
zeichnet. Hierbei muß die Expositionszeit um eine Sekunde verlängert werden.

Mit der von den Ungarinnen Nitsche und Vályi 1955 veröffentlichten
Aufnahmetechnik gelingt mittels eines speziellen Lagerungs- und Einstellgerätes
die Anfertigung „periodisch-identischer Röntgenaufnahmen des Kiefergelenkes“,
d. h. auch zu einem anderen, späteren Zeitpunkt kann man das Gelenk unter
gleichen Bedingungen röntgenologisch verlässlich kontrollieren. Schon einige Jahre
früher ist von Brandrup-WegnSEN eine Technik angegeben worden, mit
der solche Röntgenogramme möglich sind. Diese Technik wurde später (1948)
von Paatero in Zusammenarbeit mit Ekensten verfeinert, fand aber we-
gen ihrer etwas komplizierten Technik keine weitere Verbreitung. In Anlehnung
an das von Updegrave angegebene Winkelbrett zur Lagerung des Kopfes des
Patienten entwickelten Nitsche und Vályi einen Filmbehälterkasten, über
dem sich eine röntgenstrahlendurchlässige, 2 mm starke, mit einer Einteilung ver-
sehene Acrylatplatte befindet, auf welcher der Kopf des Patienten ruht. Zur
Erzielung einer stets gleichen Röhreneinstellung verwenden die Autoren Metall-
stäbe, die nun nicht wie bei Updegrave am Lagerungsgerät befestigt sind, son-
dern an der Röntgenröhre selbst. Der Röntgenschaten dieser Metallstäbe wird
auf die Einteilung der Acrylatplatte projiziert, so daß die Einstellung der Röhre
unmittelbar von dem Bilde abgelesen werden kann. Die Einstellwerte müssen
also nicht notiert werden, da sie direkt vom Röntgenbild abzulesen sind.

Zur Aufnahme ruht der Kopf des Patienten mit dem Schläfenbein, dem Jochbein, dem aufsteigenden Unterkieferast und der Ohrmuschel auf der horizontal liegenden Acrylatplatte. Auf dieser ist eine Schnur in rechteckiger Lage fixiert. Es berührt nun die hintere Ohrmuschelkante den vertikalen Schnuranteil, während die äußere Ecke des Auges auf gleicher Höhe mit dem anderen, horizontalen Teil der Schnur liegt. Die Median-Sagittalebene ist mit der Filmfläche parallel, und die Interpupillarlinie steht auf dem Film senkrecht. Der Zentralstrahl tritt bei dem filmfernen Schläfenbein eine Handbreite über dem Kiefergelenk ein und zielt auf das aufzunehmende, kassettennahe Gelenk. Der Fokus-Filmabstand ist durch die Metallstäbe konstant gehalten und beträgt 60 cm. Nitsche und Vályi empfehlen je zwei Röntgenbilder von beiden Gelenken, eines bei offener und eines bei geschlossener Zahnreihe. Während der Aufnahme wird die entsprechende Filmhälfte durch eine Bleiplatte abgedeckt.

„Durch dieses Verfahren scheint es gesichert zu sein, daß die Konfigurationsdifferenzen der verschiedenen Bilder sich wirklich aus den Veränderungen des Kiefergelenkes ergeben und nicht bloß Folge der Projizierung sind“ (Nitsche und Vályi).

Eine andere, ebenfalls perkraniale Technik ist die Aufnahme nach McCall-Wald (1954).

Für diese im Sitzen auszuführende Aufnahme benützt man einen Kombinationskopfständer nach Picker, der auch für andere Schädelaufnahmen brauchbar ist. Der mit einem Spiegel versehene Ständer besteht aus einer verschieden schräg einstellbaren Platte aus transparentem Zelluloid mit vertikalen und horizontalen Linien, auf die der Patient sein Gesicht auflegt. Auf dieser Platte ist ein Aluminiumrahmen mit zwei gleichgroßen Einsätzen aufgepaßt, die man zum Abdecken des Filmteiles, der nicht belichtet werden soll, benützt. Dadurch können beide Gelenke nebeneinander auf einem Film dargestellt werden. Zur Aufnahme wird am Kombinationskopfständer die Zelluloidplatte auf einen Neigungswinkel von 15° eingestellt und der Kopf des Patienten so auf die Platte gelegt, daß das Tragon der aufzunehmenden Seite genau auf das Zelluloidkreuz zu liegen kommt. Die Ohr-Augen-Ebene wird dabei parallel zur transversalen Linie auf der Zelluloidplatte ausgerichtet. In einem am Gerät angebrachten Spiegel kann die richtige Kopfhaltung beobachtet werden. Nunmehr wird die Röntgenröhre bei einem Fokus-Filmabstand von ca. 35 cm auf einen Punkt 5 cm oberhalb des Tragon des plattenfernen Ohres so eingestellt, daß der Zentralstrahl mit der Tischebene einen Winkel von 90° bildet. Derselbe Vorgang wiederholt sich bei der Aufnahme des anderen Gelenkes. Solange die eine Aufnahme „geschossen“ wird, muß der Teil des Filmes, der nicht belichtet werden soll, mit einem der Einsätze abgedeckt werden. Die Aufnahme kann bei geöffnetem und geschlossenem Munde ausgeführt werden. Bei Aufnahmen mit geöffnetem Mund wird zur Ruhigstellung der Kiefer ein etwa 2 bis 3 cm hoher Holzkeil zwischen die Frontzahnreihen gegeben.

Die Aufnahme kann auch ohne den Kombinationskopfständer vorgenommen werden, ist dann allerdings ungenauer:

Der Patient sitzt aufrecht im Stuhl und hat sein Haupt in die Kopfstütze gelegt. Die Median-Sagittalebene steht dabei senkrecht und ist annähernd parallel zur Kassette ausgerichtet, die der Patient mit der Hand an das aufzunehmende Kiefergelenk hält. Der Zentralstrahl zielt in einem Winkel von 15° auf einen Punkt 5 cm oberhalb des Tragon des röhrennahen Ohres bei einem Fokus-Filmabstand von 35 cm.

4. Aufnahmen mit sagittalem Strahlengang

Zu einer umfassenden Wiedergabe der Gelenkregion sind mindestens zwei, möglichst senkrecht aufeinanderstehende Projektionen nötig. Annähernd senkrechten Verlauf zu den bisher aufgezeigten Methoden nimmt der Zentralstrahl bei sagittalem Strahlengang. Das Strahlenbündel kann von posterior nach anterior oder in umgekehrter Richtung verlaufen. Ferner kann es in der Medianebene oder parallel zu ihr ziehen und schließlich auch etwas von der Sagittalebene nach lateral oder medial abweichen.

Genau medianen Verlauf nimmt der Zentralstrahl bei der von Clementschitsch 1941 angegebenen Projektion.

Die Aufnahme kann in Bauchlage oder vorgebeugt sitzend ausgeführt werden, wobei der Kopf genau symmetrisch mit Stirn und Nasenrücken der Kassette aufliegt. Zwecks freier Darstellung der Gelenkköpfchen vom Schatten der Schädelbasis und der Processus mastoidei im lateralen Teil der Orbita muß der Mund weit geöffnet werden. Ist dies nur schlecht möglich, dann sollte man auf diese Aufnahme verzichten, weil die Beschaffenheit der Processus articulares und deren Lagebeziehung infolge Überlagerung durch die Facies infratemporalis einer verlässlichen Beurteilung entzogen werden. Um die Mundöffnung konstant zu erhalten wird ein etwa 3 cm starker Keil zwischen die Frontzahnreihen gegeben. Der Zentralstrahl verläuft median sagittal vom Nacken durch die Verbindungslinie der Tubercula articularia zur Nasenwurzel. Der Fokus-Filmabstand beträgt 60 cm.

Die Aufnahme ergibt die symmetrische Darstellung beider Gelenke und der aufsteigenden Unterkieferäste in posterior-anteriorer Aufsicht. Von den beiden Konturen im Bereich der Kieferköpfchen ist die obere die dorsale Knorpel-Knochen-Grenze, während die untere Linie die ventrale Begrenzung der Gelenkfläche bildet. Die Köpfchenlängsachse ist etwas verkürzt, da die in posterior-anteriorer Richtung verlaufenden Strahlen nicht senkrecht auftreffen. Die Tubercula articularia sind nur an ihrem höchsten Punkt als leicht geschwungene Linien zu erkennen, und über das Aussehen der Fossa mandibularis erhalten wir überhaupt keinen Aufschluß. Sehr gut beurteilbar sind dagegen die Gelenkköpfchenhäuse und die aufsteigenden Unterkieferäste. Auf Grund dieser günstigen Projektionsverhältnisse wird man diese Aufnahme bei Verdacht auf Frakturen im Collumbereich und bei vergleichenden Betrachtungen der Gelenkraumverhältnisse wählen.

Die von Hofrath angegebene, durch einen paramedianen Strahlenverlauf gekennzeichnete Projektion ermöglicht keinen Vergleich beider Gelenke in einer Aufnahme.

Diese Methode kann ebenfalls in Bauchlage oder vorgebeugt sitzend ausgeführt werden. Der Kopf wird mit Kinn und Nasenrücken so auf die Platte gelegt, daß die Orbita der darzustellenden Seite auf die Kassettenmitte zu liegen kommt. Der Mund ist auch hier wieder weit geöffnet, wobei ein Keil unterstützend wirkt. Der Zentralstrahl zielt in einem Winkel von 15° zur Frankfurter Horizontalen und zur Sagittalebene von rückwärts auf den Processus mastoideus der darzustellenden Seite und verläuft durch das Tuberculum articulare der gleichen Seite zur Mitte der gleichseitigen, auf der Filmmitte liegenden Orbita. Der Fokus-Filmabstand beträgt 60 cm, die Belichtungszeit ist bei Verwendung von Verstärkerfolien ca. 3 Sekunden.

Die Aufnahme zeigt das Kieferköpfchen, das infolge der maximalen Mundöffnung unter das Tuberculum articulare zu stehen kommt, in den weniger schattengebenden Bereich der Orbita projiziert. Es wird von dem Schatten der knöchernen Begrenzung der Orbita nur wenig und kaum störend überlagert. Da die Strahlen fast senkrecht auf die Längsachse des Kieferköpfchens treffen, gelangt die Gelenkwalze in ihrer ganzen mediolateralen Ausdehnung zur Darstellung. Der Abstand des Gelenkköpfchens zur lateral verlaufenden Begrenzungslinie des Tuberculum articulare gibt den Gelenkraum in diesem Bereich wieder.

Diese Projektionsrichtung eignet sich besonders zur Beurteilung von deformierenden Veränderungen an den Gelenkflächen des Processus articularis. Allerdings gilt auch hier wieder die Einschränkung, daß eine maximale Mundöffnung, bei der das Tieftreten des Gelenkköpfchens eintritt, möglich sein muß. Weiterhin erfolgt auch eine gute Darstellung bei Lageveränderungen des Kieferköpfchens (Abbruch der Gelenkwalze, Collumfraktur). Im Gegensatz zu den Aufnahmemethoden nach Clementschitch, Altschul, Uffenorde u. a. ist diese Technik zum topographischen Vergleich beider Kiefergelenke auf einem Film nicht brauchbar.

Annähernd genau den umgekehrten Strahlenverlauf wählte Zimmer bei seiner 1941 angegebenen „perorbitalen, ventro-dorsalen Kiefergelenksaufnahme“:

Der Patient befindet sich in Rückenlage, das Kinn ist leicht angezogen, die Median-Sagittalebene des Kopfes verläuft senkrecht. Die Kassette wird so unter das Hinterhaupt geschoben, daß der Zentralstrahl annähernd senkrecht auf die Platte trifft. Die Röntgenröhre ist in einem Abstand von 5 cm auf den medialen oberen Quadranten der Orbita gerichtet, wobei der Zentralstrahl durch diesen Punkt und das darzustellende Kiefergelenk — nach Zimmer durch den Gelenkspalt — verläuft. Die Aufnahme wird also im Gegensatz zu der von Hofrath angegebenen Methode als Nahaufnahme durchgeführt. Der Patient muß während der Aufnahme den Mund weit öffnen, damit das Caputulum tieftreten und auf das Tuberculum rutschen kann und sich dann so in die freie Orbita hineinprojiziert. Bei genauer Lagerung des Patienten und exakter Einstellung der Röntgenröhre bildet die Deutsche Horizontale mit der Liegetischebene einen Winkel von 90° und der Zentralstrahl mit ihr einen nach cranial offenen Winkel von 60° und einen nach medial offenen Winkel von 70° . Für diese Aufnahme gibt Zimmer bei 55 kV und 20 mA eine Belichtungszeit von 1,4 Sekunden an.

Um eine symmetrische Aufnahme des anderen Kiefergelenkes zu erhalten empfiehlt Zimmer: „Schwenkung der Röhre und geringe Verschiebung des Röhrenaggregates auf der Laufschiene bis der Zentralstrahl auf den medialen oberen Quadranten der anderen Orbita trifft.“

Bei der perorbitalen Kiefergelenksaufnahme wird die Gelenkwalze in die leere Orbita projiziert (Abb. 3). Die Kontur des Condylus und des Tuberculum articulare in ihrem transversalen Verlauf sowie die Knochenstruktur des Processus articularis gelangen gut zur Darstellung. Ebenso ist der aufsteigende Unterkieferast deutlich zu übersehen. Speziell bei Kontinuitätstrennungen und zur Feststellung von Lageveränderungen, aber auch zur Bestimmung der Höhe des Gelenkspaltes ist diese Aufnahme geeignet. Infolge des relativ großen Objekt-Filmabstandes und des geringen Fokus-Objektabstandes tritt eine mäßige projektorische Verzeichnung des Gelenkbezirkes ein. Gelegentlich kommt es auch zur teilweisen Überlagerung der Gelenkflächen durch den Warzenfortsatz.

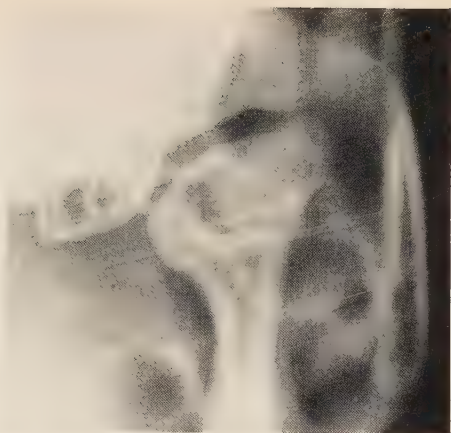


Abb. 3. Perorbitale Aufnahme nach Zimmer

E. Haussner führt seine 1949 angegebene und nach Zimmer modifizierte Gelenkaufnahme am aufrecht sitzenden Patienten durch.

Die Platte wird so am Hinterkopf der aufzunehmenden Seite angelegt, daß der Zentralstrahl, vom oberen inneren Quadranten der Orbita durch das gleichseitige Gelenk verlaufend, senkrecht auf ihr auftrifft. Ein Lineal, mit dem die Verbindung „Kassette — darzustellendes Kiefergelenk — Orientierungspunkt an der Orbita — Tubus der Röntgenröhre“ hergestellt werden kann erleichtert die Einstellung.

Bei diesem Aufnahmeverfahren erscheint die Gelenkwalze in die freie Orbita projiziert und nur wenig von deren knöchernem Begrenzungsschatten überlagert. Die Gelenkwalze ist in ihrer gesamten horizontalen Längenausdehnung, ebenso wie das Tuberculum articulare in seinem transversalen Verlauf, deutlich wiedergegeben. Auch gelangen Collum und große Teile des aufsteigenden Unterkieferastes gut zur Darstellung.

Eine weitere Modifikation der perorbitalen Aufnahmetechnik nach Zimmer beschreibt H. Müller 1954.

Der Patient nimmt in aufrecht sitzender Stellung den Kopf etwas nach vorne unten, so daß das Kinn dem Hals genähert ist. Dann wird der Kopf bei weit geöffnetem Mund — durch einen zwischen die Frontzahnreihen gegebenen Keil wird die Mundöffnung konstant erhalten — um 30° bis 35° nach der zu untersuchenden Seite gedreht. Nun wird die Röntgenröhre in einem Abstand von 5 cm so auf den medialen Augenwinkel der darzustellenden Seite gerichtet, daß der Zentralstrahl in horizontaler Richtung durch das gleichseitige, zu röntgende Gelenk verläuft. Der Zentralstrahl geht also bei genauer Einstellung raumhorizontal durch den Fußpunkt im medialen Augenwinkel und durch den Gelenkspalt und trifft dann im Winkel von 90° auf die am Hinterhaupt senkrecht stehende Kassette. Müller gibt für den Dentalapparat bei Verwendung von Verstärkerfolien eine Belichtungszeit von 0,5 bis 0,6 Sekunden an.

Bei dieser modifizierten Zimmer-Aufnahme kommt die Gelenkwalze ein wenig vergrößert und nur unbedeutend verzerrt in der Orbita zur Darstellung.

Ebenfalls mit der sagittalen Aufnahmetechnik des Kiefergelenkes beschäftigten sich Beal, Commissionat und Yardin. In Abänderung der posterior-

anterioren Aufnahmemethode nach Hofrath schlagen die Autoren 1954 den genau umgekehrten Strahlengang vor, im Grunde genommen wiederum eine Variante der von Zimmer schon 1941 angegebenen Gelenkaufnahme.

Bei dieser Technik wird die Kassette zwischen Kopfstütze und Hinterhaupt des im Stuhle sitzenden Patienten gebracht. Der Tubus wird an den oberen medialen Innenrand der Orbita in Richtung auf das Gelenkköpfchen derselben Seite aufgesetzt. Dadurch entsteht ein sagittaler Abweichungswinkel von annähernd 36° und ein horizontaler Winkel von ca. 33° . Bei 80 kV und 10 mA wird eine Belichtungszeit von 5 Sekunden angegeben. Diese Daten gelten für Kassetten ohne Verstärkerfolien.

Die bei geöffnetem Munde angefertigten Aufnahmen geben das Kiefergelenk in gleich guter Weise wie bei der Einstellung nach Zimmer wieder.

5. Axiale Projektionsrichtungen

In dem Bestreben, eine weitgehend überlagerungsfreie Darstellung beider Gelenke in einer Aufnahme zu erreichen, versuchte man es mit den verschiedensten Einstellungen. Als vorteilhaft erwiesen sich hierbei Aufnahmrichtungen mit axialer Zielstrahlführung. Axiale Aufnahmen mit (vorwiegend) vertico-submentalem bzw. submento-verticalem Strahlengang wurden von Altschul, Brauer, Bronner, McCall-Wald, Grashey, Lilienfeld, Lysholm und Uffenorde angegeben. Davon sind die nach Brauer, Bronner, Grashey und Lilienfeld geübten Aufnahmrichtungen wegen der ihnen anhaftenden Verzerrungen für eine nutzbringende Auswertung im zahnärztlichen Sinne nicht sehr geeignet, sie sollen aber im Rahmen dieser Arbeit Erwähnung finden.

Bis vor wenigen Jahren wurde in der amerikanischen Literatur allgemein die Methode nach Lysholm empfohlen.

Hierbei liegt der Patient auf dem Rücken, die Kassette wird unter Hinterhaupt und Nacken, möglichst weit gegen den Thorax hin geschoben. Die Median-Sagittalebene des Schädels ist senkrecht zur Filmebene ausgerichtet und das Kinn maximal dem Hals genähert. Der Zentralstrahl bildet mit der Liegeetischebene einen Winkel von etwa 45° und zielt auf den ersten Halswirbel.

Bei dieser Aufnahme projiziert sich der Atlasbogen in das Foramen occipitale magnum; davor liegen die beiden Felsenbeine in V-förmiger Stellung. Lateral davon sind beide Gelenkköpfchen gut zu sehen. Auch die Hinterwand des Kiefergelenkes läßt sich deutlich überblicken.

Bei der von McCall-Wald beschriebenen Bregma-Menton-Einstellung legt der vorgebeugt sitzende Patient das Kinn auf die Mitte der auf einem waagerechten Tischen liegenden Kassette. Der Patient wird angewiesen die Zahnreihen zu schließen und das Kinn recht weit nach vorne zu schieben. Nach Möglichkeit soll der Rand der Kassette an das Schlüsselbein anstoßen. Nunmehr wird die Röntgenröhre auf das Bregma (Schnittpunkt von Pfeil- und Kranznaht) eingestellt. Der Zentralstrahl verläuft, einen Winkel von 10° mit der Senkrechten bildend, durch das Bregma auf das Menton (den vordersten Punkt am Unterrand der Mandibula). Der Abstand Fokus-Film beträgt etwa 60 cm.

Bei dieser Technik kommt der ganze Unterkieferkörper mit seinen Processus articulares und musculares in cranio-caudaler Ansicht deutlich zur Darstellung. Man kann sich daher dieser Aufnahme bei der vergleichenden Beurteilung beider Gelenke bedienen.

Eine andere Bregma-Menton-Einstellung, die ebenfalls von McCall-Wald stammt, wird so vorgenommen, daß der Kopf des Patienten in einer Gesichtsmaske auf einem auf 17° eingestellten Winkelgestell, ähnlich dem Kombinationskopfständer nach Picker, ruht. Der Zentralstrahl zielt senkrecht durch das Bregma in Richtung auf die Kinnspitze, wobei er mit der Ohr-Augen-Ebene einen Winkel von 90° einschließt. Der Fokus-Filmabstand beträgt auch hier etwa 60 cm.

Von den axialen Aufnahmemethoden zur Darstellung des Gelenkes bildet die von Uffenorde und Altschul angegebene Projektionsrichtung („Felsenbeinübersichtsaufnahmen“) gute Möglichkeiten.

Der Patient befindet sich in Rückenlage, das Kinn ist weitgehend der Brust genähert, wobei ein flacher Polsterkeil unter dem Hinterhaupt unterstützend wirkt. Die Median-Sagittal-Ebene steht senkrecht zur Liegetischebene. Der Zentralstrahl zielt auf einen Punkt etwa zwei bis drei Querfinger breit vor der vorderen Haargrenze in der Medianebene und verläuft von dort durch den Mittelpunkt des Foramen occipitale magnum. Der Kopf muß unbedingt waagrecht gehalten werden, da schon eine geringe Schräglagerung nicht mehr verwertbare Aufnahmen hinsichtlich der vergleichenden Beurteilung beider Gelenke ergibt. Altschul verwendet eine relativ harte Strahlung und bekommt dadurch ein Bild mit feiner Ausdifferenzierung der Strukturen. Uffenorde arbeitet mit weicher Strahlung und erhält so kontrastreiche, gut durchgezeichnete Bilder.

Bei der Felsenbeinübersichtsaufnahme nach Altschul-Uffenorde werden die Gelenkköpfchen in ihrer ganzen Breite in die Augenhöhlen projiziert. Wenn auch die Processus articularis etwas verzerrt sind, so können diese und der Collumbereich doch gut beurteilt werden, während die Gelenkräume zuweilen nicht deutlich zu übersehen sind. Dies beruht darauf, daß bei nicht ganz genauer Einstellung der Gelenkspalt größtenteils von den lateralen Partien der Schädelbasis, insbesondere von dem Warzenfortsatz, überlagert wird. Dies gilt in gleichem Maße für die Gelenkpfanne, deren Konturen meist gut zu verfolgen sind. Jedenfalls ist diese Aufnahme zur vergleichenden Betrachtung beider Kiefergelenke zu empfehlen.

Entgegen der bis vor einigen Jahren vorherrschenden und mancherorts auch heute noch vertretenen Meinung, daß die Aufnahme in einer Ebene zur hinreichenden Erfassung des Kiefergelenkes ausreicht, muß betont werden, daß dies nur durch Aufnahmen in verschiedenen Ebenen zu erreichen ist. Selbstverständlich muß jede für sich das Kiefergelenk möglichst klar und deutlich wiedergeben. Dies gilt in besonderem Maße zur Feststellung pathologischer Vorgänge, die Gelenk und Ohr gleichzeitig betreffen und bei denen man sich auf Grund der komplizierten nervösen Verhältnisse zwischen Unterkiefer und Ohr häufig kein klares Bild machen kann. Zu einer umfassenden Darstellung des Kiefergelenkes benötigt man mindestens zwei, möglichst senkrecht aufeinander stehende Projektionsrichtungen. Freilich genügt ausnahmsweise auch eine Aufnahme. Hier verdient dann die transversale Projektion in der Kontaktaufnahme nach Parma den Vorzug.

Für die röntgenologische Darstellung des Kiefergelenkes dürften sich von den seitlichen Projektionen die Nahaufnahmen nach P a r m a als Übersichtsaufnahme und die von E. H a u s s e r modifizierte Aufnahme nach S c h ü l l e r zur näheren Beurteilung des eigentlichen Gelenkraumes und des Gelenkspaltes am besten eignen. Von den sagittalen Projektionen empfehlen sich die perorbitale, ventrodorsale Aufnahme nach Z i m m e r, die posterior-anteriore Technik nach C l e m e n t s c h i t s c h und die Aufnahmerichtung nach A l t s c h u l - U f f e n o r d e. Die beiden letztgenannten Methoden geben neben der genauen vergleichenden Beurteilung beider Gelenke noch eine gute Übersicht über die aufsteigenden Unterkieferäste.

Der Amerikaner T. B. M a r t i n veröffentlichte 1951 eine Arbeit „Untersuchungen über die Lage der Condylen und ihre röntgenologische Darstellung vom temporo-mandibulären Gelenk“. Darin prüft der Autor die Zuverlässigkeit der röntgenologischen Darstellung der Kiefergelenkregion. Er formte hierzu die Gelenke von einigen hundert Schädeln mit normaler Occlusion in Wachs ab und verglich die so gewonnenen Modelle mit den Röntgenaufnahmen dieser Kiefergelenke. Auf Grund seiner Untersuchungen kam M a r t i n zu der Feststellung, daß die möglichen Fehlergrenzen zwischen 0,25 und maximal 1 mm liegen.

Von Nachteil bei all den angegebenen Aufnahmen ist, daß nur die knöchernen Anteile zur Darstellung gelangen. Daher werden krankhafte Prozesse erst beim Auftreten entsprechender Veränderungen erfaßbar. Zur Beseitigung dieses Mangels kann man von beiden Kiefergelenken Aufnahmen (z. B. nach P a r m a) anfertigen und dann die des erkrankten Gelenkes mit der des gesunden hinsichtlich der Form der Processus articulares, ihrer Beweglichkeit und der Gelenkspaltbreite vergleichen. W e i n g r a b e r gibt zur Frühdiagnose von Kiefergelenkerkrankungen eine Funktionsprüfung an. Hierzu macht er von den verschiedenen Öffnungsphasen des Gelenkes Aufnahmen. Da eine Functio laesa das erste und bezeichnendste Symptom einer Arthritis darstellt – sie äußert sich in einer Behinderung der Mundöffnung – wird die Bewegungshemmung beim normalen Vorwandern des Kieferköpfchens auf das Tuberculum articulare röntgenologisch sichtbar, d. h. der Condylus der erkrankten Seite bleibt im Vergleich zur gesunden Seite zurück. Verwendet man einen Stufenkeil, der die einzelnen Phasen der Mundöffnung festhält, so kann man die bei dem einen Gelenk erhaltenen Messungsergebnisse mit den gefundenen Werten der anderen Seite vergleichen.

H e u s e r geht ähnlich vor, indem er von jedem Gelenk durch zwei Aufnahmen (nach P a r m a) bei geöffnetem und geschlossenem Mund die jeweilige Stellung des Gelenkkopfes in seinem Verhältnis zur Gelenkpfanne und zum Tuberculum articulare festlegt. Auch ein Funktionsröntgenogramm nach dem S c h ü l l e r s c h e n Aufnahmeverfahren oder einer der Modifikationen eignet sich nach H e u s e r vorzüglich zur baldigen Erkennung allfälliger Störungen. Da allerdings die ersten Veränderungen am Gelenkknorpel und am Discus articularis aufzutreten pflegen, ist eine verlässliche Frühdiagnose durch die genannten Verfahren nicht möglich. Bessere Ergebnisse zeitigt die Arthrographie, d. h. die Füllung der Gelenkspalträume mit Kontrastmitteln.

Bei den ersten Arthrographien (1905/07 Werndorf und Robinson, v. Wollenberg, Hoffa und Rauenbusch) wurde Luft, Stauerstoff oder Stickstoff in die Gelenke eingeblasen. Dadurch ergab sich im Röntgenbild eine verstärkte Entschattung, weshalb man diese Technik als negatives Kontrastverfahren bezeichnet. Bei dem positiven Kontrastverfahren werden stark röntgenschattegebende Mittel verwendet (Perabrodil, Dijodrast, Umbradil, Joduron). Solche Präparate werden innerhalb von 20 bis 30 Minuten resorbiert und verursachen weder schmerzhaft Reizungen noch irgendwelche Spätschädigungen, wie sie früher bei Verwendung der schwer resorbierbaren Jodöle oder des Thorotrast hin und wieder aufgetreten sind (Thorotrastkrebse). Kombiniert man das positive mit dem negativen Verfahren, so ergibt sich die Doppelkontrastmethode. Hierbei wird wenig positives Kontrastmittel in den Gelenkraum gebracht und die Kapsel durch anschließendes Einblasen eines negativen Kontrastmittels entfaltet. Seit einigen Jahren findet die positive Kontrastmethode zunehmend Anwendung, weil sich die wässerigen Mittel mit der Synovialflüssigkeit des Gelenkes gut mischen und so einen stärkeren Kontrast geben, als dies bei einem negativen Kontrastmittel der Fall ist. Mit dieser Methode gelingt auch die Darstellung feinsten Rißbildungen, die bei dem negativen Kontrastverfahren oftmals übersehen wurden.

Nørgaard hat 1947 die Technik der Kiefergelenkarthrographie mittels des positiven Kontrastverfahrens eingeführt. Er verwendet 50%iges Joduron, das nach seiner Erfahrung die geringste Reizwirkung ausübt; aber auch 35%iges Perabrodil oder Uroselectan B sind brauchbar. Gleichwohl ist mit der Möglichkeit flüchtiger Reizungen im Sinne eines Ergusses und damit verbundener kurz-dauernder Einschränkungen der Gelenkbeweglichkeit zu rechnen.

Die Füllung eines Gelenkes führt Nørgaard folgendermaßen durch:

Der Patient liegt auf dem Rücken, der Kopf ist zur Seite gedreht. Über Stellung und Beweglichkeit des Gelenkköpfchens orientiert man sich durch dessen Palpation bei mehrmaligen Öffnungs- und Schließbewegungen. Nunmehr wird die Injektionsnadel bei halbgeöffnetem Mund unmittelbar vor dem Tragon schräg einwärts und nach oben gegen die Hinterfläche des Kieferköpfchens eingeführt und sofort mit der Betäubung des Stichkanals (1 bis 2^o.oige Lösung) begonnen, ohne jedoch den Gelenkspalt selbst zu anaesthetisieren. Unter langsamen, nur geringen Öffnungs- und Schließbewegungen des Mundes tastet man sich gegen den Oberrand des Condylus vor und gelangt so in den hinteren Bereich der unteren Gelenkkammer. Bei leicht geöffnetem Mund wird soviel Kontrastmittel injiziert (im allgemeinen 0,5 bis 1,0 ccm), bis der Patient ein deutliches Spannungsgefühl empfindet. Nach einer sofortigen Röntgenaufnahme bei geschlossenem und weit geöffnetem Mund wird die Füllung des oberen Gelenkes vorgenommen. Bei gleicher Einstichstelle wird die Nadel — nun bei maximaler Mundöffnung — schräg aufwärts und einwärts am Processus articularis vorbei bis zur Erreichung der knöchernen Begrenzung der Fossa mandibularis vorgeschoben. Dann zieht man die Nadel ungefähr 2 mm zurück und injiziert etwa 1,5 ccm Kontrastmittel, bis ebenfalls ein deutliches Spannungsgefühl entsteht. Anschließend erfolgt wiederum eine Röntgenaufnahme bei geschlossenem und geöffnetem Mund. Kommt es zu Überfüllungen, so stellen sich die Konturen der Gelenke und des Discus unscharf dar. Die beiden Gelenkkammern überdecken sich schalenförmig, wobei die untere wesentlich kleiner als die obere ist. Daher würde die gleichzeitige Füllung beider Gelenkkammern die Auswertung erschweren.

Können mehr als 1 bis 2 ccm Kontrastmittel in einen Gelenkraum gefüllt werden, so deutet dies auf eine Kommunikation beider Gelenkkammern hin, meist hervorgerufen durch eine Discusschädigung, es sei denn die Injektion geschah fehlerhafterweise per-articular. Irgendwelche Schädigungen sind aber wegen der raschen Resorption nicht zu befürchten.

Schwierigkeiten ergeben sich bei völlig oder nahezu aufgehobener Beweglichkeit des Processus articularis. Hier muß dann die Einstichstelle etwas höher gewählt und mehr lateral gegen das Gelenkköpfchen hin eingegangen werden.

Die gleichzeitige Untersuchung beider Kiefergelenke kann Nørgaard wegen der zu erwartenden Bewegungseinschränkungen nicht empfehlen. Es soll jeweils mindestens eine Woche zwischen den Untersuchungen liegen.

F. K. Fischer beschreibt ein normales Arthrogramm wie folgt:

Bei der Füllung der unteren Gelenkkammer wird der Condylus vom Kontrastmittel glockenförmig umhüllt (Abb. 4). Diese Haube ist vorne, oben und hinten scharf, dagegen unten etwas unscharf begrenzt. Demnach entspricht das Füllungsbild im wesentlichen der Konfiguration des Gelenkköpfchens. Am ausgeprägtesten ist die Kontrastdichte im hinteren

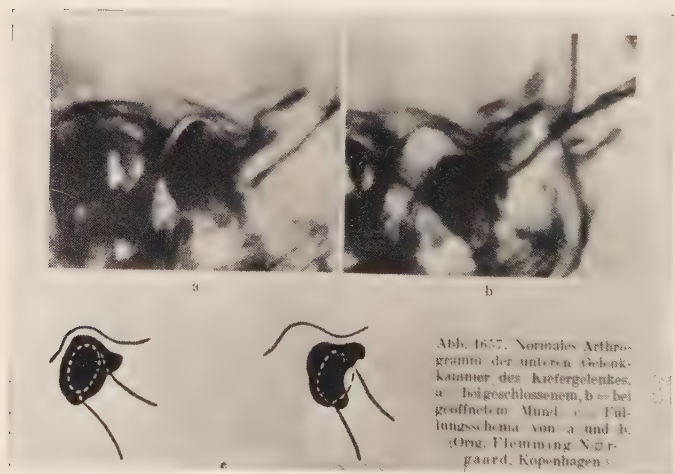


Abb. 4. Normales Arthrogramm der unteren Gelenkkammer (aus Schinz, H. R.)

nen Bereich der unteren Gelenkkammer, während sie über der Konvexität des Kieferköpfchens und im vorderen Bereich der Gelenkkammer am schwächsten ist. Zwischen der oberen Begrenzung des Kontrastmittels und der Fossa articularis besteht ein etwa 2 mm breiter Zwischenraum. Wird nun der Mund geöffnet, so folgt das Kontrastmittel der Bewegung des Condylus nach unten und vorne, wodurch eine Änderung hinsichtlich der Form des Füllungsbildes eintritt, d. h. es sammelt sich mehr Kontrast hinter dem Kieferköpfchen im hinteren Gelenkkammerbereich an. Auch vergrößert sich infolge der Abwärtsbewegung des Processus articularis bei der Mundöffnung der Abstand Kontrastmittel—Gelenkgrube etwas.

Bei der Füllung der oberen Gelenkkammer ist das in Oclusionstellung gewonnene Bild des gefüllten Gelenkbezirkes im Vergleich zur unteren Gelenkkammer wesentlich größer (Abb. 5). Auf Grund der schrägen Aufnahmerichtung wird die untere Gelenkkammer in ihrem vorderen Bereich weitgehend durch die obere Gelenkkammer überdeckt,

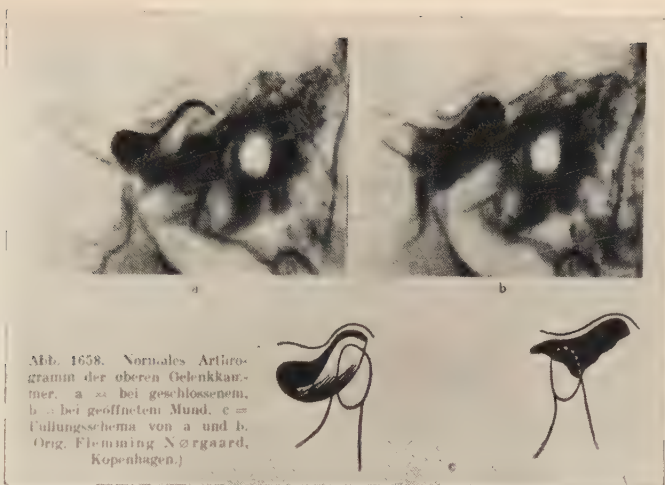


Abb. 5. Normales
Arthrogramm der oberen
Gelenkkammer
(aus Schinz, H. R.)

während die hinteren Abschnitte etwas vor der Kontur der unteren Gelenkkammer verlaufen. Das Füllungsbild der oberen Gelenkkammer summiert sich aus den Kontrastschatten des lateralen und medialen Gelenkkammeranteiles; jener stellt sich als schattendichtes S mit einem breiten hinteren Recessus dar. Dagegen gelangt der mediale Gelenkkammeranteil als leicht verwischter halbmondförmiger Schatten unterhalb davon zur Darstellung. Dieser Halbschatten fällt teilweise in den Übergang von Gelenkwalze in Collum.

Das Füllungsbild wird bei geöffnetem Mund durch die Bewegung des Processus articularis nach unten und vorne auf das Tuberculum articulare vollkommen geändert. Gelenkköpfchen und Discus articularis nehmen dann den vorderen Gelenkkammeranteil ein, während die leere Fossa articularis von dem Kontrastmittel ganz ausgefüllt wird. Dadurch ist der mediale Gelenkanteil der oberen Gelenkkammer viel deutlicher zu erkennen. Die Aussparung zwischen dem schattendichten Teil der oberen Gelenkkammer und dem oberen Rand des Füllungsbildes der unteren Gelenkkammer entspricht dann dem Discus articularis.

Steinhardt verlangt vor der speziellen Aufnahme immer erst eine „Leeraufnahme“, da im Arthrogramm manche Konturveränderung nicht mehr erkennbar ist. Auch erscheint es diesem Autor zweckmäßig, zuerst den oberen Gelenkspaltraum aufzufüllen. Dadurch erhält man eine Reliefdarstellung der oberen Fläche des Discus articularis, der Fossa mandibularis und der dorsalen Fläche des Tuberculum articulare. Da die Kontur des Gelenkkopfes ebenfalls gut zu beurteilen ist, kann auch etwas über Form und Dicke der Bandscheibe, die wie ausgespart dazwischen erscheint, ausgesagt werden. Die bei Bewegung der Kiefer eintretende Formänderung der oberen Gelenkkammer gestattet Schlüsse, ob der Discus bei der Mundöffnung mitgeht oder nicht, d. h. ob möglicherweise eine Fixation vorliegt.

Der Wert der Arthrographie ist heute noch ebenso umstritten wie zur Zeit ihrer Einführung. Zweifellos können aber bei guter Technik und genügender Erfahrung manche klinisch schwer zu beurteilende Erkrankungen des Kiefergelenkes besser gedeutet werden.

7. Flächenkymographie

Zimmer, der sich um die röntgenologische Darstellung der Bewegungsvorgänge im Kiefergelenk sehr verdient gemacht hat, verwendet dazu die von Stumpf zur Registrierung von Herzbewegungen entwickelte Flächenkymographie. Das Wesen dieser Methode besteht darin, Organbild und -bewegung gleichzeitig auf einer Röntgenaufnahme festzuhalten. Sie wird mit den üblichen Aufnahmegeräten und Methoden ausgeführt und bringt keine größere Belastung des Patienten durch Röntgenstrahlen mit sich, als die normale Zahl von Einzelaufnahmen.

Die Technik gestaltet sich folgendermaßen:

Zwischen Film und Objekt befindet sich eine Bleiplatte, die alle 12 mm 0,5 bis 1 mm breite, parallel zueinander angeordnete Schlitze aufweist. Während der Aufnahme wird dieser Bleiraster um etwa 1 mm – das ist der Abstand, den die einzelnen Schlitze voneinander haben – von oben nach unten bewegt. Dadurch entsteht im Abstand von 11 mm immer ein belichteter sog. Markierungsstreifen.

Bei der Kymographie des Kiefergelenkes sind zwei Stellungen des Bleirasters möglich: die Rasterschlitze verlaufen entweder genau transversal oder der Raster ist um 45° gedreht. Mit letzterer Rastereinstellung werden die günstigsten Ergebnisse erzielt.

Übrigens stellte Zimmer mit Hilfe der Flächenkymographie einen von der bisherigen Lehrmeinung (Gysi) abweichenden Verlauf der Gelenkbahn fest (siehe Kapitel „Anatomie und Funktion des Kiefergelenkes“). Außerdem fand er, daß bei (ausgeprägter) Arthropathia deformans eine Bewegung des Gelenkköpfchens entlang der Schädelbasis erfolgt (Gleitgelenk). Die beim normalen Kymogramm sich darstellende „Ecke“ der Gelenkbahn fehlt hier völlig.

8. Tomographische Aufnahmen des Kiefergelenkes

Einen bedeutenden Fortschritt in der Röntgenkunde stellt die Tomographie (Planigraphie, Laminagraphie) dar, d. h. die isolierte Darstellung jeder beliebigen Körperschicht. Diese Methode eignet sich besonders für die sonst schwer erfassbaren Bereiche der Schädelbasis und des Gesichtsschädels, wobei sagittale, frontale und horizontale Schichtebenen abgebildet werden können. Einheitliche Regeln für die Lagerung des Patienten gibt es nicht, weil man sich jeweils nach den anatomischen Verhältnissen zu richten hat.

Das Grundprinzip der Tomographie besteht in einer gegenseitigen Pendelbewegung von Röhre und Film im Sinne eines Kreissegmentes mit dem zu untersuchenden Objekt als fixen Punkt. Während sich die Röntgenröhre über dem Objekt nach der einen Seite bewegt, muß korrespondierend dazu die Filmkassette unter dem Liegetisch in entgegengesetzter Richtung wandern. Dadurch wird erreicht, daß die einzelnen Schichten frei von störenden Überlagerungen zur Darstellung gelangen. Alle in der Schnittebene liegenden Punkte kommen in jeder Röhrenstellung immer an der gleichen Stelle des Filmes zur Abbildung und ergeben dadurch ein scharfes Bild. Die außerhalb der Schnittebene liegenden Punkte werden überhaupt nicht dargestellt oder bei jeder Röhren- und Kassettenstellung

an eine andere Stelle des Filmes projiziert. Diese Punkte erscheinen dann als kontrastarme, verschwommene Wischschaten („Verwischung der außerhalb der Schichtebene gelegenen Punkte“). Die der Schicht am nächsten befindlichen Punkte gelangen als Streifen zur Abbildung. Die Schichtdicke ist abhängig von der Größe des Pendelausschlagwinkels. Je kleiner dieser Winkel ist, um so dicker wird die Schicht, während der Grad der Verwischung mit dem Grad des Pendelausschlages zunimmt. Die Verwischungsrichtung wird nach den Grossmannschen Regeln im allgemeinen cranio-caudal gewählt.

Der polnische Röntgenologe K. Mayer hat schon 1914 auf ein Verfahren aufmerksam gemacht, dem der Gedanke des modernen Schichtaufnahmeverfahrens zugrunde liegt. Es war ihm gelungen, durch Bewegung einer Röntgenröhre parallel zum Film eine Verwischung von störenden Schatten zu erreichen, so daß das zu untersuchende Gebiet einer eingehenderen Betrachtung zugänglich war.

Bo c a g e beschreibt in seiner 1921 niedergelegten Patentschrift die Möglichkeit der Schichtaufnahme und den grundsätzlichen Weg ihrer Durchführung, wobei er drei Möglichkeiten zur Herstellung eines Tomogrammes angibt:

„Röhre und Film bewegen sich sinusartig und transversal.

Röhre und Film machen kreis- und spiralförmige Transversalbewegungen.

Röhre und Film beschreiben eine Bewegung auf einer kugeligen Oberfläche.“

Bei allen drei Verfahren bewegt sich das Objekt nicht.

Auch bei den in den folgenden Jahren von Chausse, Pohl und Portes entwickelten Verfahren, denen Kreisbewegungen (Chausse, Portes) bzw. Kreispendelbewegungen von Röhre und Film zugrunde liegen, bewegt sich das Objekt nicht.

Im Gegensatz dazu konstruierte Vallebona 1930 einen Apparat, bei dem die Bewegungen von Röhre und Film ausgeschaltet sind und nur das Objekt bestimmte Bewegungen zuläßt. Es handelte sich hierbei um den Stratigraphen, bei dem die Röntgenröhre stillsteht, Objekt und Film aber gleichzeitig und gleichsinnig um 10° bis 30° rotieren.

Von dieser Methode ausgehend entwickelte Bo z e t t i ein Verfahren, bei dem nur die Röhre stillsteht, Film und Objekt aber bewegt werden.

Die ersten einwandfreien Schichtbilder gelangen in den Jahren 1931 und 1933 mit dem von de s P l a n t e s und B a r t e l i n k konstruierten Apparat, dessen Grundprinzip eine gegenläufige kreis- (Bartelink) oder spiralförmige (Plantes) Bewegung von Röhre und Film bei stillstehendem Objekt war.

Bei all den genannten Verfahren suchte man eine möglichst allseitige vollkommene Verwischung zu erreichen, bis dann Grossmann 1935 darauf aufmerksam machte, daß schon eine ausreichende Verwischung gegeben sei, wenn Röhre und Film ein Kreissegment beschreiben. Durch dieses Erkenntnis war der Tomographie der Weg zur breiteren Anwendung gebnet.

Das Schichtaufnahmeverfahren wurde zuerst zur Diagnostik von Lungenkrankungen, hauptsächlich tuberkulöser Natur (Kavernen) angewendet. In der Kieferheilkunde hat die Tomographie mannigfache Bedeutung erlangt (Darstellung des gesunden und kranken Kiefergelenkes, Diagnose von Nebenhöhlenkrankungen, Lagebestimmung von Fremdkörpern, Speichelsteinen und verlagerten Zähnen, Erkennung des Ausmaßes von Knochenzerstörungen durch Tumoren und deren Abgrenzung gegenüber ihrer Umgebung, Diagnose von Frakturen).

Ricketts hat als erster ausgedehnte tomographische Studien über den Bewegungsablauf des Kiefergelenkes und eingehende kephalometrische Untersuchungen (Messungen der Tuberculumhöhe, des Tuberculumwinkels) vorgenommen.

Mathis und F. Hammer bezeichnen unter den verschiedenen Möglichkeiten das Kiefergelenk im Schichtverfahren darzustellen als wertvollste Methode die seitliche Aufnahme des Gelenkes.

Hierbei befindet sich der Patient in Bauchlage, der Kopf ist seitwärts gedreht, so daß die zu untersuchende Seite des Gelenkes „auf die Platte zu liegen kommt“. Die Median-Sagittal-Ebene ist parallel zur Kassettenebene ausgerichtet. Der Zentralstrahl wird so eingestellt, daß er sich bei Röhrenausgangs- und Röhrenendstellung im zu untersuchenden Gelenk schneidet. Dabei beträgt der Pendelausschlag bei cranio-caudaler Verwischung 50° , wobei eine Schichtdicke von etwa 3 mm angenommen werden kann. Diese 3 mm setzen sich zusammen aus 1,5 mm über und 1,5 mm unter dem eingestellten Drehpunkt. Die Expositionszeit beträgt 1,5 Sekunden bei 60 mA und 80 bis 90 kV. Die Schnitttiefe umfaßt, von der Tischplatte an gerechnet, 2 bis 2,5 cm. Bei Verwendung der von Muntean angegebenen Tubusblende erzielt man kontrastreiche und weniger Wischschatten aufweisende Aufnahmen. Die Tubusblende selbst ist 60 cm lang und hat eine fokusnahe Öffnung mit einem Durchmesser von 3 cm und außerdem eine objektnahe Öffnung von 8 cm Durchmesser.

Eine zweite, ebenfalls von Mathis und F. Hammer angegebene Technik der Tomographie des Gelenkes stellt die Schichtaufnahme im posterior-anterioren bzw. anterior-posterioren Strahlengang dar. Wegen ihres schlechten Ergebnisses (starke Verprojizierung) hat sie aber nicht die Bedeutung wie die seitlichen Schichtaufnahmen.

Der Patient befindet sich in Hinterhaupts- oder Stirnlage, die Median-Sagittalebene steht senkrecht auf der Kassette. Der Zentralstrahl wird so eingestellt, daß er sich in Röhrenausgangs- und Röhrenendstellung im interessierenden Gelenk kreuzt. Unter Anwendung der Tubusblende nach Muntean beträgt die Belichtungszeit 1,5 Sekunden bei 60 mA und 90 bis 100 kV.

Schönberger nimmt die Einstellung am liegenden Patienten vor.



Abb. 6
Schichtaufnahme des Gelenkköpfchenabschnittes
(aus Schönberger, A.)

Der Patient wird für Schichtaufnahmen im transversalen Strahlengang so gelagert, daß der Jochbogen der zu untersuchenden Seite dem Liegetisch aufliegt, also parallel zur Kassette verläuft, während die Unterkieferwinkel-Region 0,5 bis 1 cm von der Tischebene entfernt ist. Zur exakten, besonders für spätere Vergleichsaufnahmen notwendigen Fixierung eignen sich die von H j o r t s j ö, L i n d b l o m, R i c k e t t s u. a. angegebenen Schädleinstellgeräte. Als Schichtebene wählt S c h ö n b e r g e r die Gelenkköpfchenmitte bei einem Pendelwinkel von 50° . Der Drehpunkt befindet sich dann etwa 1,8 bis 2,2 cm über der Tisebene, da bekanntlich die Mitte der Gelenkwalzen ungefähr 1,5 bis maximal 2 cm von der äußeren Haut nach innen gelegen ist. Die Belichtungszeit beträgt 1,4 Sekunden. Unter Verwendung von Verstärkerfolien wird das Gerät auf 75 kV und 23,5 mA eingestellt (Abb. 6).

Neuerdings erhebt W h i t e bei Durchführung solcher Aufnahmen folgende Forderung:

Bei einer Belichtungszeit von einer Sekunde ist das Gerät auf 75 kV und 100 mA einzustellen. Der Abstand Röntgenröhre-Film muß einen Meter betragen. Die darzustellende Ebene, vorher durch Messungen ermittelt, hat durch die Mitte des Gelenkköpfchens zu verlaufen. Ferner soll eine Einstellvorrichtung verwendet werden, durch welche die Kopfhaltung des Patienten unverrückbar festgelegt ist und die ursprüngliche Kopflage, auch noch nach Jahren, wiederholt werden könnte.

Der genannte Autor empfiehlt eine von ihm verbesserte Apparatur, mit der es erstmals möglich ist, Schichtaufnahmen am (aufrecht) sitzenden Patienten vorzunehmen.

Noch größere Bedeutung hat die Tomographie durch die Einführung der Simultanschichtung erlangt. Im Gegensatz zur Einzelschichtung können bei diesem Verfahren mehrere Schichtebenen gleichzeitig dargestellt werden. Auch ist die Strahlenbelastung des Patienten nicht, wie man annehmen möchte, höher, sondern wesentlich geringer.

Bei der Simultantomographie werden die Röntgenstrahlen auf ihrem Weg vom fokusnahen zum fokusfernen Film infolge Absorption stark geschwächt. Daher ist die Zwischenschaltung von abgestuften Verstärkerfolien, die mit Schaumgummilagen an die einzelnen Filme angepreßt werden, erforderlich (von Schaumgummi wird die Röntgenstrahlung praktisch nicht absorbiert).

S c h ö n b e r g e r verwendet eine Kassette mit 6 Filmen, die in einem Abstand von je 3 mm angeordnet sind, so daß insgesamt ein Gebiet von 1,8 cm, also die medio-laterale Ausdehnung des normalen Gelenkkopfes, erfaßt wird. Simultanschichtungen im transversalen Strahlengang erfordern eine Einstellung des Gerätes auf 87 kV und 45 mA, solche im sagittalen Strahlengang, der nach S c h ö n b e r g e r zu bevorzugen ist, auf 95 kV bei 45 mA.

Zur Simultanschichtung im sagittalen Strahlengang, die hauptsächlich in anterior-posteriorer Richtung erfolgt, liegt der Patient auf dem Rücken. Der Kopf ist mit der Median-Sagittalebene senkrecht zur Liegetischfläche ausgerichtet. Zu beachten ist, daß die dorsale Kante der aufsteigenden Unterkieferäste bei geschlossenem Mund parallel zur Tischebene und somit parallel zu den Filmen verläuft. Der Zentralstrahl, der auch hier wiederum auf das Gelenkköpfchen eingestellt wird, zielt auf die Mitte der Verbindungslinie zwischen den beiden Tragia. Der Pendelausschlag beträgt 50° , die Belichtungszeit 1,4 Sekunden bei 95 kV und 45 mA.

Paatero arbeitet seit etwa einem Jahrzehnt an einer neuen tomographischen Methode zur röntgenphotographischen Darstellung gekrümmter Körperschichten, die er als „pantomographische Röntgenphotographie“ bezeichnet. Über seine Verwendungsfähigkeit bei der Darstellung des Kiefergelenkes liegen noch keine Berichte vor.

Allgemein ist es heute üblich zunächst ein seitliches Tomogramm des Gelenkköpfchens anzufertigen. Hierbei wird nach den Grossmannschen Regeln die Verwischungsrichtung meist cranio-caudal gewählt, um den störenden Wischschaten, der durch Felsenbein und Processus mastoideus hervorgerufen wird, aus der Gelenkregion herauszuhalten. Sodann fertigt man bei leicht geöffnetem Mund ein sagittales Schichtbild an. Auch hier wird im allgemeinen in cranio-caudaler Richtung verwischt. Allerdings macht sich manchmal in den medialen Abschnitten der Wischschaten des Mastoideus störend bemerkbar.

Es empfiehlt sich bei Schichtaufnahmen des Kiefergelenkes den Kopf des Patienten gut zu fixieren, denn schon geringe Bewegungen bewirken eine Drehung aus der eingestellten Zentralstrahlrichtung heraus, wodurch es zu einer fälschlichen Beurteilung der Gelenkverhältnisse kommen kann.

Nach bisherigen Erfahrungen eignet sich die Tomographie ganz besonders zur Darstellung entzündlicher Veränderungen am Kiefergelenk und zur feineren Diagnostik der Ankylosen. Vornehmlich bei frontaler Schnittrichtung läßt sich über beide Gelenke „gleichzeitig vergleichend viel“ (Steinhardt) aussagen. Auch geben uns die einzelnen Schnittbilder Aufschluß, ob eine teilweise oder totale knöcherne Ankylose vorliegt. Ist noch irgendwo im Bereich des Gelenkes ein Gelenkspalt vorhanden, so erfahren wir durch die Tomographie Einzelheiten über den genauen Verlauf des Restspaltes.

Clementschißsch erscheint das Schichtbildverfahren für die Untersuchung diagnostisch schwieriger Kiefergelenkveränderungen, bei denen die Verwendung der typischen Aufnahmen nicht genügt, als die geeignetste Untersuchungsmethode. Er schreibt: „Die vergleichende Beurteilung der Schichtbildserie ermöglicht eine räumliche Beurteilung der Kiefergelenke, wie sie mit keiner anderen Methode zu erreichen ist.“ Für die Darstellung größerer Formveränderungen und ankylosierender Prozesse im Gelenk empfiehlt Clementschißsch eine Serie von Schichtaufnahmen. Die Schichten werden sagittal mit 0,5 bis 2,5 cm Oberflächenabstand eingestellt. Am ergiebigsten sind die Schichten in 1, 1,5 und 2,5 cm Tiefe.

Schönberger rät zu einer Kombination von Tomographie mit Arthrographie, „um noch präziser gerade die Frühdiagnose von Kiefergelenkserkrankungen stellen zu können“.

Zusammenfassend ergibt sich also: Die heute immer wieder gestellte Forderung, das Kiefergelenk zu einer gründlichen röntgenologischen Diagnostik in zwei Ebenen darzustellen, wird durch die Tomographie voll und ganz erfüllt. Die Schichtbildtechnik ist die einzige Methode, mit der eine optimale, überlagerungsfreie Darstellung des Gelenkes möglich ist. Von Nachteil sind die etwas unscharfen Bilder, die einmal durch die unvermeidlichen Wischschaten, zum anderen durch den großen Objekt-Filmabstand, der eine Verprojizierung bewirkt, entstehen.

„Diese Nachteile heben aber nur in geringem Ausmaße die Vorteile dieser Methodik auf“ (Mathis und F. Hammer).

9. Vergrößerungstechnik mittels Feinstfokusröhren

Der Brennfleck unserer Röntgenröhren ist im allgemeinen nicht rund, sondern bildet einen 1–2 mm breiten Spalt (Götze-Fokus). Es ist einleuchtend, daß ein flächenhafter Brennfleck zu unscharfen Abbildungen des aufgenommenen Objektes führt, daß aber andererseits die Bildschärfe mit Annäherung des Brennfleckes an die Punktform mehr und mehr zunimmt. Allerdings vertragen punktförmige Brennflecke nur geringe Belastungen. Die durch die Größe eines Brennfleckes bedingte Zeichenunschärfe vermindert sich mit der Vergrößerung des Fokus-Objektabstandes. Daher erscheint ein Gegenstand um so größer, je mehr er dem Fokus genähert wird; gleichzeitig wächst damit auch die Randunschärfe. Daneben ist aber noch der Objekt-Filmabstand für die Schärfe der Abbildung von wesentlicher Bedeutung; je mehr ein Objekt dem Film genähert ist, um so deutlicher wird es wiedergegeben.

Bei Verzicht auf kurzfristige Expositionen können nicht nur kleinere Brennflecke mit schärferer Zeichnung benützt, sondern auch lineare Vergrößerungen des Objektes erreicht werden; Voraussetzung ist ein größerer Raum zwischen Aufnahmegegenstand und Film. Diese Forderungen erfüllen die Feinfokusröhren – gewöhnlich als Feinstfokusröhren bezeichnet – mit ihrem extrem kleinen Brennfleck von $0,3 \times 0,3$ mm Kantenlänge, womit sie sich dem Idealfall der punktförmigen Strahlenquelle nähern. Man wählt für diese Aufnahmen höhere Spannungen als bei der Verwendung eines normalen Fokus von 2 mm. In den modernen Doppelfokus-Drehanodenröhren sind beide Foci vereinigt. Sie besitzen eine maximale Betriebsspannung von 100 bis 125 kV. Die Belastbarkeit des neben dem Feinstfokus eingebauten zweiten Fokus beträgt zwischen 20 und 40 kW.

Diese Technik verlangt eine neue Aufnahmeanordnung, doch bleiben Einstellung und Projektionsrichtung dieselbe wie bei der Normalaufnahme. Bei der allgemein üblichen Röntgenaufnahme ist der Vergrößerungsfaktor praktisch gleich 1. Verwendet man einen Feinstfokus und vergrößert den Objekt-Filmabstand unter Beibehaltung des Fokus-Objektabstandes, so erhält man nach den Gesetzen der zentralen Projektion eine vergrößerte Darstellung. Je nach den Abstandsverhältnissen von Fokus-Objekt und Objekt-Film ergeben sich dann verschiedene Vergrößerungen. Grundsätzlich sind zwei Möglichkeiten gegeben:

1. Vergrößerung des Objekt-Filmabstandes unter Beibehaltung des Fokus-Objektabstandes.
2. Konstanthaltung des Fokus-Filmabstandes und Verkürzung des Fokus-Objektabstandes durch Annäherung des Objektes an den Fokus.

Die Vergrößerungstechnik bringt eine wesentliche Bereicherung und Verfeinerung der diagnostischen Untersuchungsmethoden. Einmal tritt ein Teil der in dem geröntgten Körper entstehenden Streustrahlung hinter dem durchstrahlten Objekt, also in dem Raum zwischen Gegenstand und Film, seitlich neben der Filmkassette aus; dadurch wird eine Verbesserung des Kontrastes erzielt. Zum

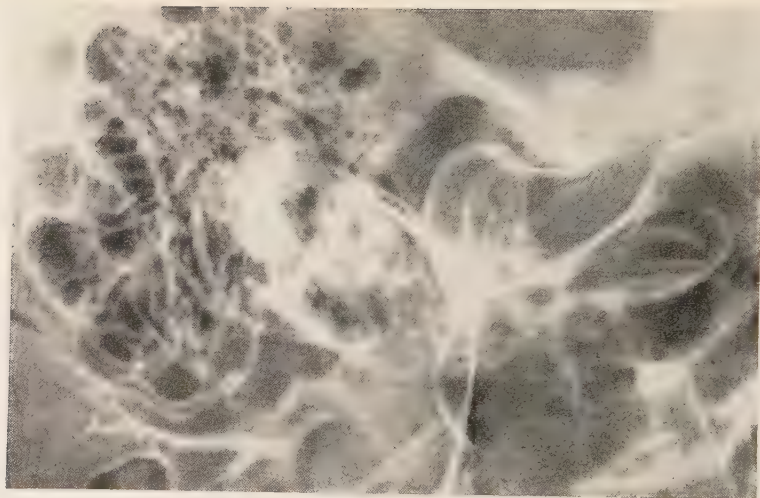


Abb. 7.

Zweifach vergrößerte Feinstfokus-Aufnahme nach Schüller (aus Siemens Röntgen-Technik)

anderen ist durch die Verwendung eines Feinstfokus ein kleineres streuendes Volumen vorhanden. Während aber nun bei knochenverdichtenden Prozessen keine wesentlichen Vorteile gegenüber der Nahaufnahme bestehen, hat sich die Feinstfokusaufnahme auf unserem Fachgebiet zur frühzeitigen Erkennung knochenauflösender Prozesse besonders bewährt. Wertvolle Dienste leistet sie uns bei der Diagnose des beginnenden Carcinoms am Unterkiefer (Kirsch).

Es hat sich gezeigt, daß beim Gebrauch feinzeichnender Folien (Rubinfolien) eine 1 $\frac{1}{2}$ -fache bis doppelte Vergrößerung am zweckmäßigsten ist (Abb. 7).

Die Vergrößerungsaufnahmen erfordern einen Kassettenhalter, der in einer zweiten Ebene unter dem Aufnahmetisch parallel dazu angeordnet und in der Höhe und in der Transversalen verschiebbar ist. Hierbei kann ein Abstand der Kassette zur Tischoberfläche zwischen 20 und 40 cm gewählt werden. Dadurch ist jede Einstellung der für die Feinstfokustechnik nötigen Abstandsverhältnisse möglich. Durch eine Kupplungsstange ist der Kassettenbehälter mit dem Tragarm der Röntgenröhre verbunden, wodurch bei jeder Einstellung immer eine genaue Zentrierung des Hauptstrahles auf die Kassettensmitte gewährleistet ist. Die Kupplungsstange trägt noch eine Zentimetereinteilung, die mühelos das sofortige Ablesen des Fokus-Filmabstandes gestattet. Entlang der Kupplungsstange verschiebbar ist ein Visierstab angebracht, der jeweils auf das interessierende Gebiet eingestellt werden kann. Nach Ausrichtung desselben kann dann auf der Skala der Kupplungsstange leicht der Fokus-Objektstand abgelesen und dann die Vergrößerung berechnet werden. Diese erhält man aus dem Verhältnis des Fokus-Filmabstandes zum Fokus-Objektstand:

$$\text{Vergrößerung} = \frac{\text{Fokus-Filmabstand}}{\text{Fokus-Objektabstand}}$$

Ist der Fokus-Objektstand gleich dem Objekt-Filmabstand, so beträgt demnach der Vergrößerungsfaktor gleich 2. Allgemein muß jedoch, wie schon oben erwähnt, darauf geachtet werden, daß die Vergrößerung nicht über das Doppelte hinausgeht.

Kirsch empfiehlt einen für Fokus-Objekt und Objekt-Film gleichen Abstand von je 50 cm. Dadurch können die erforderlichen, relativ hohen Belichtungszeiten, durch welche die Gefahr der Bewegungsunschärfe vermehrt besteht, in erträglichen Grenzen gehalten werden. Bei diesem großen Objekt-Filmabstand erübrigt sich dann auch eine Streustrahlenblende.

10. Das Kiefergelenk im Fernröntgenbild und bei kieferorthopädischer Behandlung

Zur Kontrolle der sich am Kiefergelenk und in seiner engeren Nachbarschaft abspielenden Umbauvorgänge bei kieferorthopädischen Behandlungen hat Simpson 1929 die Anwendung des Fernröntgenverfahrens empfohlen. Auf diese Weise wird der Gesichtsschädel einschließlich Weichteile in normaler Größe und unverzeichnet wiedergegeben. Als Projektionsrichtungen können Aufnahmen mit posterio-anteriorem Strahlengang und seitliche Schädelaufnahmen zur Anwendung gelangen, wobei letztere die weitaus größere Bedeutung besitzen.

Zwecks Erlangung isometrischer und unverzerrter Abbildungen sind Aufnahmen mit parallelem Strahlengang anzufertigen. Dies wird durch einen großen Fokus-Filmabstand, der mindestens 2 m betragen muß, erreicht. Manche Autoren plädieren für einen Abstand von 4–5 m, während sich andere schon mit einem Abstand von 1,50 m begnügen. Die Differenz zwischen Objekt- und Bildgröße beträgt im ersten Falle etwa 1 mm, spielt also praktisch keine Rolle. Begreiflicherweise verlangt die große Fokus-Filmentfernung eine verlängerte Expositionszeit und einen leistungsfähigen Röntgenapparat. Bei dem Siemens-Fernröntgengerät Pleodor, das mit einer Dofok-Röhre von 10 kW ausgestattet ist, bewegt sich die Belichtungszeit bei 25 mA Röhrenbelastung, 100 kV und einer Entfernung von 4 m zwischen 1,3 und 2 Sekunden, je nach Alter und Größe des Patienten. Selbstverständlich müssen bei diesen Zeiten hochempfindliche Verstärkerfolien und Filme (an der hiesigen Klinik haben sich Saphir-Folien und Gevaert-Filme gut bewährt) benützt werden.

Die Fernröntgenaufnahme wird bei Ruheschwebelage des Unterkiefers in sitzender Haltung vorgenommen. Zwecks genau paralleler Einstellung des Schädels in der Median-Sagittal-Ebene zur Filmkassette, um so eine möglichst exakte Deckung der plattenfernen und der plattennahen Seite zu erreichen, sind eine Reihe von Einstellgeräten in Gebrauch. Am besten scheint sich das von Korkhaus entwickelte Einstellgerät der Siemens-Reiniger-Werke, Erlangen, zu bewähren. Es gestattet eine verlässliche Fixierung des Kopfes und der Filmkassette, so daß die Röntgenröhre aus einer bestimmten Entfernung — Korkhaus empfiehlt 4 m — ohne extrem langen Tubus eingestellt werden kann. Mit Hilfe der Profilzeiger wird der Kopf in die Median-Sagittal-Ebene gebracht und durch die beiden Traguszeiger fixiert. Dann richtet man ihn so aus, daß die Frankfurter Horizontale waagrecht verläuft. Zur Erreichung der erforderlichen symmetrischen Einstellung sind wegen der allgemein vorhandenen Gesichtssymmetrie mehrere Orientierungspunkte notwendig. Die Median-Sagittal-Ebene wird durch Einstellung der beiden oberen Profilzeiger auf Nasion und Subnasale bestimmt. Außerdem ist noch der Mittelpunkt der Tragia-Verbindungsline festzulegen. Der Zentralstrahl wird waagrecht eingestellt, so daß er durch den Meatus acusticus senkrecht auf die möglichst nahe an den

Kopf herangebrachte Kassette auftrifft. Andere Autoren verlegen den Eintritt des Zentralstrahles in Höhe des Jochbeines, weil sich sonst beide Gesichtshälften nicht genau decken (Abb. 8).

Durch dieses Verfahren erhalten wir Hinweise auf den Ursprung gewisser Bißanomalien. In jedem Falle muß dabei auch die Lage des Kiefergelenkes im Schädel interessieren, zumal als Ursache für manche Fälle von Distal- und Mesialbiß ein Gelenkhoch- bzw. -tiefstand in Frage kommt. Das Kiefergelenk stellt den hinteren Fixationspunkt der Ohr-Augen-Ebene, der wichtigen Bezugsebene des Schädels, dar. Liegt nun das Gelenk zu hoch oder zu tief im Schädel, so kann es unter Bezugnahme auf die Ohr-Augen-Ebene zu einer fehlerhaften Auswertung der Kiefer-Gesichts-Beziehungen kommen. Daher hat sich A. M. S c h w a r z von der Orbita-Tragial-Ebene abgewandt und benutzt neuerdings die Schädelbasisebene, die durch den Mittelpunkt der Sella turcica und durch das Nasion verläuft. Aus der Neigung der Frankfurter Horizontalen zur Schädelbasisebene ist dann mit Sicherheit ein Gelenkhoch- oder -tiefstand ersichtlich.



Abb. 8.
Fernröntgenaufnahme bei
transversaler Einstellung

Bei einseitiger Schädigung der Wachstumszonen im Unterkiefer (Trauma, Infekt) bietet sich im Fernröntgenbild ein vorzüglicher Vergleich zwischen gehemmter und gesunder Seite. Die doppelseitige Wachstumshemmung des Unterkiefers durch Gelenkschädigung im jugendlichen Alter zeigt im Röntgenbild das fliehende Kinn (Vogelgesicht) und den extrem kurzen aufsteigenden Unterkieferast.

Die während einer kieferorthopädischen Bißumstellung durchgeführten Röntgenkontrollen geben Aufschluß über die im Gelenkbereich, hinterem Unterkieferabschnitt und aufsteigendem Ast ablaufenden Umbauvorgänge. So werden beispielsweise bei der Behandlung des Distalbisses neben den Veränderungen am Alveolarfortsatz und dem Muskel- und Bändersystem hauptsächlich solche im Bereich der Gelenkköpfe erfolgen. Das geht röntgenologisch aus einer Aufbiegung in der Incisura semilunaris mit rückwärtiger Aufrichtung der etwas nach vorne umgebogenen Processus articulares hervor. Der dorsale Rand des aufsteigenden Unterkieferastes erscheint daher leicht konvex. Die verschiedene Biegung im Collum kommt besonders deutlich zum Ausdruck, wenn man den Abstand zum Processus muscularis zur vergleichenden Beurteilung mitheranzieht. Die Entfernung des Muskelfortsatzes vom Processus articularis ist hier klein. Durch Deckung der vor, während und nach der Behandlung gewonnenen Röntgenbilder – als Fixationspunkte mögen der seitengleiche Forus acusticus und das Tuberculum articulare dienen – läßt sich leicht feststellen, welche Veränderungen sich im Gelenkbereich und somit auch im Kieferwinkelgebiet abgespielt haben.

Gerade umgekehrt ist der Röntgenbefund bei Fällen mit offenem Biß. Hier ist der Condylus nach dorsal umgebogen und erscheint abgeplattet. Dadurch wird der Abstand Processus articularis - Processus muscularis größer. Gleichzeitig wird der dorsale Rand des aufsteigenden Unterkieferastes stark konkav.

Bei Medialbiß zeigt das Röntgenbild eine Einbiegung und Ventralkippung der Processus articulares. Bei physiologisch gelagerten Fällen erkennt man im Röntgenbild den geraden Verlauf des Collum mandibulae und die weite Incisur.

Aus all dem geht hervor, daß die Formgestaltung im Gelenkhalsbereich weitgehend von der funktionellen Belastung abhängt. Dies gilt jedoch nicht nur für die Bißanomalien, sondern auch für die normalen Bißarten.

Über den Funktionsablauf im Kiefergelenk liegen interessante Untersuchungen von Ricketts und E. Hausser vor. Demnach sollen bei Fällen mit Neutralbiß die Bewegungen des Gelenkes vorwiegend als Rotation um einen Punkt erfolgen, während bei Fällen mit Distalbiß die Bewegungen des Kieferkopfes mehr translatorisch sind. Bei vermehrter Gleitbewegung kommt es zur Aufrichtung des Gelenkhalses, bei vermehrter Drehbewegung zur Umbiegung des Gelenkkopfes nach vorne. Schon durch die Art der Kieferbewegung allein ist hier also eine Formung des Collumbereiches möglich. Auf Grund dieser Befunde kann dann geklärt werden, ob beispielsweise ein echter Distalbiß vorliegt oder ob ein zu weit nach vorne stehender Oberkiefer für die Rücklage des Unterkiefers verantwortlich zu machen ist.

Nach Dewey wird bei Fällen mit Mesialbiß durch Gelenkaufnahmen die Frage geklärt, ob es sich um eine echte Progenie handelt oder ob ein progenetischer Zwangsbiß vorliegt. In beiden Fällen befindet sich nämlich die Gelenkwalze in

der Ruheschwebelage in der Fossa articularis. Hingegen soll beim progenen Zwangsbiß in zentraler Occlusion der Processus articularis auf dem Tuberculum articulare stehen. Ricketts fand auf Grund eingehender tomographischer Studien unter Beachtung kephalometrischer Gesichtspunkte die typischen röntgenologischen Charakteristika der Gelenke bei der echten Progenie. Es sind dies eine Höherentwicklung der Gelenkpfanne – als Bezugsebene benützte Ricketts noch die Frankfurter Horizontale – und ein die normale Länge übersteigender Gelenkhals.

Nach E. Hausser und Salzmann ist bei einer Distallage des Unterkiefers das Tuberculum articulare höher als bei Mesialverschiebung des Unterkiefers. Gleichzeitig weist das Gelenkköpfchen eine starke Abbiegung nach ventral auf. So fand auch Steinhart beim starken Frontzahnüberbiß ein hohes Tuberculum articulare, eine entsprechend tiefe Gelenkpfanne und eine deutlich ausgeprägte Abbiegung des Processus articularis nach vorne. Dagegen stellt dieser Autor beim Scherenbiß nur ein mäßig hohes Tuberculum articulare und eine geringe Ventralkippung des Condylus fest. Die Gelenkwalze ist bei zentraler Occlusion vom Boden der Gelenkgrube immer weiter entfernt als von der ventralen und dorsalen Begrenzung. Das Kennzeichen für einen Kopfbiß ist das flache Tuberculum articulare und das gerade Collum mit dem entrundeten Gelenkköpfchen. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß steilen Zahnführungen (spitze Höcker der Seitenzähne, tiefer Frontzahnüberbiß) auch steilere Gelenkbahnen entsprechen.

E. Hausser fand bei 69,1% der von ihm röntgenologisch untersuchten Fälle eine „offene“ Gelenkform, während die „geschlossene“ Form nur bei 30,9% festgestellt werden konnte. „Ein enger Zusammenhang von Gebißanomalien und offener oder geschlossener Gelenkform konnte nicht gefunden werden.“

III. Die Erkrankungen des Kiefergelenkes im Röntgenbild

1. Entzündungen

Bei den entzündlichen Erkrankungen des Kiefergelenkes scheint kein einheitliches Geschehen vorzuliegen. Reichenbach hat in Anlehnung an Axhausen, dem wir eine Systematisierung der vielfältigen Erscheinungsformen solcher Erkrankungen verdanken, folgende Einteilung getroffen:

1. Akute Arthritiden.
2. Chronische Arthritiden.
3. Deformierende Arthropathien.

Akut-entzündliche Gelenkerkrankungen pyogener Herkunft, die bevorzugt einseitig auftreten, äußern sich klinisch in Kapselspannung, Bewegungsschmerzen und mehr oder minder starken Bewegungseinschränkungen. Diese führen dann fast immer zur Bonnetschen Schonstellung, d. h. das Kieferköpfchen wird durch das Gelenkexsudat unter Verschiebung der Mittellinie zur gesunden Seite nach vorne verlagert. Daher zeigt das in „Occlusionsstellung“ gewonnene Röntgenbild einen abnorm verbreiterten Gelenkspalt und das kranke Gelenkköpfchen bei seitengleicher Einstellung weiter ventral, also näher am Tuberculum articulare als das der gesunden Seite. Wassmund erklärt allerdings das Zustandekommen dieses Symptomes mit einer Anschwellung des Discus articularis.

Die Schädigung des Gelenkknorpels bei der pyogenen Arthritis führt in leichteren Fällen zur Arthropathia deformans, in schwereren Fällen zur Ankylose.

Zur zweiten Gruppe der akuten Arthritis des Kiefergelenkes gehört die rheumatisch bedingte Form. Hierbei finden sich, entsprechend der rein serösen bzw. serofibrinösen Entzündung, annähernd dieselben charakteristischen Merkmale im Röntgenbild wie bei der eitrigen Arthritis. Bei hartnäckigem Gelenkrheumatismus ist eine partielle oder aber auch totale Ankylosebildung möglich, „während das Fehlen einer Gelenkeiterung beim akuten Gelenkrheumatismus den Ausgang der Erkrankung in Deformierung und Ankylosierung verhindert“ (Reichenbach).

Bei der chronischen Arthritis finden wir produktive und vernarbende Prozesse an den Weichteilgebilden des Gelenkes, die allein nach dem Röntgenbefund höchstens an der etwas veränderten Gelenkspaltbreite erkannt werden können. Hier müssen Anamnese und Klinik in Verbindung mit dem Röntgenbefund weiterhelfen. Gleichzeitig mit den Veränderungen an den Weichteilgebilden treten zerstörende Prozesse am Gelenkknorpel und -knochen auf. Je weiter sich die Erkrankung zur chronischen Form hin entwickelt, um so größere Bedeutung erlangt das Röntgenbild. Infolge der mechanisch-funktionellen Beanspruchung kommt es zu verstärkten Gelenkverunstaltungen mit daraus entspringenden Störungen. Nach Wätjen kann eine Ankylose bei den leichteren Formen der eitrig-exsudativen Arthritis chronica vorgetäuscht werden, wenn es infolge Kapselschrumpfung zu einer Bewegungseinschränkung (sog. falsche Ankylose) kommt. Hier wird das gesunde Kieferköpfchen, das die Bewegungsbehinderung im kranken Gelenk zu kompensieren sucht, immer weiter ventral stehen als der kranke Condylus.

2. Arthropathia deformans

Im Gegensatz zu den chronischen, gewöhnlich monoartikulär verlaufenden Arthritiden des Kiefergelenkes kann bei der deformierenden Arthropathie die Erkrankung eines Gelenkes auch zur Beteiligung des anderen führen. Durch Untersuchungen von A x h a u s e n, B a u e r, S t e i n h a r d t u. a. steht fest, daß bei der Arthritis deformans eine entzündliche Genese ausscheidet. Als Ursache kommt ein Mißverhältnis zwischen abnutzenden funktionellen Kräften und der Widerstandsfähigkeit des Knorpels in Betracht (A x h a u s e n). Daher sollte man besser von einer deformierenden Gelenkerkrankung (Arthropathia deformans) als von einer deformierenden Gelenkentzündung („Arthritis deformans“) sprechen.

Das Frühstadium der deformierenden Arthropathie mit regressiven Veränderungen der Gelenkknorpelflächen ist im Röntgenbild nicht nachweisbar. Bei weiterem Fortschreiten kommt es zur Umgestaltung der Gelenkflächen und zu Proliferationen am Knorpel und Knochen. Diese Knochenneubildung zeigt sich besonders an den Gelenkrändern in Form von Randwülsten, vorderen und hinteren Randzacken, wodurch das Gelenkköpfchen breiter wird.

Beim Vergleich des erkrankten Gelenkes mit dem gesunden kann ein stark verengter Gelenkspalt auf eine Zerstörung des Discus articularis hinweisen. Infolge des Discusverlustes verliert das Kiefergelenk seine physiologische Unterteilung in einen oberen und unteren Abschnitt und vereinfacht sich zu einem discuslosen Gleitgelenk. Durch den Schwund der die knöchernen Gelenkteile schützenden überziehenden Knorpelflächen und des Discus ist der bloßliegende Knochen den mechanisch-funktionellen Einwirkungen direkt ausgesetzt. Daher werden die am Gelenkablauf beteiligten knöchernen Partien plan abgeschliffen. Im Röntgenbild sehen wir dann die entrundeten, unregelmäßig konturierten und Schliff-furchen aufweisenden Gelenkköpfchen und Tubercula articularia. Diese Deformierung wird als klarinettenschnabelähnliche Form des Kiefergelenkköpfchens bezeichnet. Auch die Fossa articularis weist eine entsprechende Abflachung, Ausweitung und Vergrößerung auf.

Die groben Deformierungen und Verunstaltungen des Gelenkköpfchens, die sich besonders bei der ossalen Form der Arthropathia deformans finden, sind auf jedem Röntgenbild deutlich zu erkennen. Jedoch darf ein derartiger Befund nicht überbewertet und sogleich als Arthropathia deformans angesprochen werden. Man findet nämlich auch Gelenkveränderungen, die man ohne weiteres in obigem Sinne deuten könnte, während klinisch kein krankhafter Befund zu erheben ist. Andererseits klagen Patienten über Schmerzen im Gelenkbereich, Einschränkung der Gelenkbeweglichkeit und über Knacken – dies sind die hervorstechendsten Symptome der Arthropathia deformans –, ohne daß eine Deformierung im Röntgenbild nachweisbar ist (A x h a u s e n, H e u s e r, S t e i n h a r d t u. a.).

Häufig sehen wir im Röntgenbild ein deformiertes Gelenkköpfchen mit starker Ausprägung der vorderen Gelenkränder. Diese Veränderungen treten beim Vorliegen verstärkter Zugspannungen auf, wenn übermäßige Drehbewegungen im menisco-condylären Gelenk erfolgen. Diese vermehrten Drehbewegungen sind besonders bei stark übergreifenden Bißarten während der Öffnungsbewegung zur Kompensierung des Frontzahnüberbisses zu beobachten. Da bei diesen Bißarten

Seitwärtsverschiebungen nur in beschränktem Maße möglich sind, imponieren dieselben noch zusätzlich durch vorwiegende Öffnungs- und Schließbewegungen, ein Umstand, der wiederum zu verstärkten Zugspannungen an der ventralen Gelenkköpfchenpartie (M. pterygoideus lateralis) führt. Klinisch wird hierbei im wesentlichen eine Bewegungseinschränkung auf der Seite des erkrankten Gelenkes und Knacken zu Beginn der Schließbewegung beobachtet: Die vordere Randzacke bohrt sich zu Beginn der Schließbewegung in den Discus articularis ein und blockiert vorübergehend die Schließbewegung. Das ruckartige Loslösen durch vermehrte Anspannung der Schließmuskeln äußert sich dann in einem hörbaren Schnappen. Steinhardt fand, daß von solchen Kiefern, selbst noch im zahnlosen Zustand, „spontan hauptsächlich Sagittalbewegungen ausgeführt werden, die noch vordere Randzackenbildungen auslösen können“.

Betrachten wir hingegen Röntgenbilder mit Randzackenbildung am hinteren Gelenkrand, so handelt es sich hierbei um Patienten, von denen hauptsächlich Seitwärtsbewegungen ausgeführt werden. Dabei treten im dorso-lateralen Bereich des Gelenkköpfchens (vermehrte) Zugspannungen auf, durch die es zur Ausbildung von hinteren Randzacken kommt. Klinisch besteht ein knackendes Geräusch am Ende der Schließbewegung: Die hintere Randzacke verhakt sich am Ende der Schließbewegung im lockeren Kapselbindegewebe. Der momentane Stillstand im Bewegungsablauf wird durch plötzliche vermehrte Aktivität der Schließmuskeln überwunden. Das Gelenkköpfchen überspringt die Bindegewebsbündel und gewinnt dann erst seine normale Lage. Schließlich kommt es infolge der kontinuierlichen Traumata zu Zerreißen von Fibrillen, zur Discusluxation und am Schluß zum discuslosen Gleitgelenk. Häufig zeigt sich bei Röntgenbildern mit dorsaler Randzackenbildung klinisch ein gerader Biß, d. h. es werden vorwiegend Gleitbewegungen ausgeführt.

Natürlich sind Übergänge und Modifikationen zwischen den einzelnen Formen der deformierten Gelenkköpfchen möglich. „Der Grund hierfür liegt in dem Formenreichtum der Umpassungsprozesse des Kiefergelenkes. Trotzdem ist dieser Vorgang stets sinnvoll und im Ablauf seiner Erscheinungen liegt System“ (Steinhardt)

Gelegentlich finden wir auf Gelenkaufnahmen freie Knochenbildungen, also lose Knochenstückchen im Gelenkraum („Gelenkmäuse“). Nach den Untersuchungen Steinhardts handelt es sich hierbei um jüngere Randzackenbildungen, die auf solchen alten Veränderungen entstanden sind, ehemals gemeinsam eine weit vorspringende Zacke gebildet haben und abgerissen sind. Solche freie Gelenkkörper hat schon 1768 A. v. Haller (zitiert nach Borchers) festgestellt, als er bei einer 76jährigen Frau „nicht weniger als 20 halbkugelförmige Körperchen frei in der Gelenkkapsel fand“. Ähnliche Beobachtungen liegen von Axhausen, Pichler-Trauner („Chondromatose des Kiefergelenkes“), Reichenbach, Steinhardt u. a. vor.

3. Die Luxationen und Subluxationserscheinungen

Unter dem Begriff Kiefergelenkluxation soll in Übereinstimmung mit Pichler, Reichenbach, Steinhardt, Wassmund u. a. jene echte Verren-

kung des Gelenkes verstanden werden, bei der durch eine einmalige extreme Bewegung (beim Gähnen, Biß in einen Apfel, Erbrechen, während einer Zahnbehandlung) das Gelenkköpfchen vor dem Tuberculum articulare „federnd fixiert“ (Wassmund) wird und spontan nicht wieder zurückgeht. Bekanntlich gleitet der Condylus bei normal weiter Mundöffnung mit dem Discus bis unter das Tuberculum articulare. Wird nun der Mund extrem weit geöffnet, so kann das Gelenkköpfchen über das Tuberculum nach vorne rutschen und dort fixiert bleiben. Diese häufigste Form der Luxation ist meist doppelseitig. Besteht dieser Zustand längere Zeit, so gestaltet sich die Einrenkung infolge der reflektorischen Kontraktion der Schließmuskeln immer schwieriger. Thomas, Steinhardt, Watanabe beschrieben Fälle, bei denen die Verrenkung schon drei Monate und länger bestand.

Die Luxation zeigt sich röntgenologisch am besten auf der Parma-Aufnahme. Auch das von Heuser vorgeschlagene Funktionsröntgenogramm leistet speziell bei einseitigen habituellen Luxationen gute Dienste. Ganz allgemein pflegen Fälle mit stark ausgeprägtem Tuberculum articulare und tiefer Fossa mandibularis für die echte Luxation prädestiniert zu sein.

Bei der echten, federnd fixierten Luxation sind die Gelenkhöhlen leer, während die Kieferköpfchen eindeutig am vorderen Abhang des Tuberculum articulare stehen. Allerdings sieht man zuweilen bei Gelenken mit schlaffer Kapsel ähnliche Bilder, ohne daß aber eine Luxation zu bestehen braucht. Steinhardt macht hier auf ein wichtiges röntgenologisches Merkmal aufmerksam: die vertikale Differenz zwischen dem luxierten Gelenkkopf und der Höhe des Tuberculum articulare ist bei der echten Luxation größer.

Die habituelle Luxation ist nach Wassmund die mehrmalige Wiederholung einer echten Luxation mit den gleichen klinischen und röntgenologischen Erscheinungen. (Oftmals ist auch hier der Patient nicht in der Lage, selbst die Einrenkung vorzunehmen.) Axhausen und Dufourmentel unterscheiden zwei Formen der habituellen Luxation:

1. Die *menisco-condyläre Luxation*. Sie vollzieht sich im unteren Gelenkabschnitt, indem der Condylus über den vorderen Rand des Discus gleitet und mit deutlich hörbarem Geräusch auf das Tuberculum articulare aufprallt. Die Fixation des Gelenkkopfes in dieser Stellung besorgt die vordere Partie des Discus mit dem daran ansetzenden M. pterygoideus lateralis. Durch den häufigen Aufprall kann sich hier sogar eine neue Fossa mandibularis ausbilden.
2. Die *menisco-temporale Luxation*. Discus und Gelenkköpfchen gleiten gemeinsam mit einem weichen Schnappen über das Tuberculum articulare hinweg. Beim Kieferschuß finden sie spontan wieder in die Gelenkpfanne zurück.

Steinhardt vertritt eine andere Auffassung. Seiner Meinung nach handelt es sich bei der menisco-temporalen Luxation um eine physiologische Luxation im Sinne Wassmunds, während die häufige menisco-condyläre Form nur eine Subluxation darstellt.

Die Luxation nach rückwärts, wobei der Processus articularis in den Gehörgang gepreßt wird, ist weniger häufig. Klinisch ist diese Form an dem nur leicht offenen oder geschlossenen Biß mit Distalocclusion der letzten unteren Molaren erkenntlich.

Die sog. zentrale Luxation, d. h. die Impression des Kieferköpfchens in die Gelenkpfanne, mit zuweilen eintretender Fraktur des Os petrosum ist sehr selten, wohl deshalb, weil bei einem Trauma viel eher eine Stauchungsfraktur des Processus articularis eintreten wird. Die Verletzungen im Bereich des Felsenbeines sind mit den üblichen Röntgenaufnahmen nicht immer mit Sicherheit nachzuweisen.

Eine mediale Luxation des Gelenkköpfchens ist nur bei einer Fraktur des Processus articularis mit Luxation nach medial möglich.

Große Ähnlichkeit mit der echten Luxation besitzt die habituelle Subluxation. Es sind dies Fälle, bei denen die Rückführung des Gelenkköpfchens in der Regel vom Patienten selbst vorgenommen wird, sei es durch einige ruckartige Bewegungen oder durch einen Handdruck gegen den Unterkiefer. Als Ursache kommen meist eine Überdehnung der Gelenkkapsel, eine gewisse angeborene Bindegewebsschwäche, ein tiefer Biß oder ein Deckbiß, der den Patienten schon bei normalen Abbeißbewegungen zu maximaler Mundöffnung zwingt, in Betracht. Patienten mit echter Progenie neigen besonders zu habitueller Subluxation bzw. Luxation. Nicht zuletzt wirken sich auch anatomische Veränderungen der Fossa mandibularis und des Tuberculum articulare im Sinne einer flachen Form begünstigend aus.

Thoma unterscheidet bei der Subluxation eine Verlagerung der Bandscheibe nach vorne und eine nach rückwärts. Bei der Subluxation des Processus articularis hinter den Discus ist die Bewegung des Condylus bei der Mundöffnung eingeschränkt; es bleibt daher der Gelenkkopf dieser Seite gegenüber dem der anderen Seite zurück, so daß ein Abweichen des Unterkiefers nach der kranken Seite erfolgt. Im Röntgenbild zeigt sich bei der Mundöffnung deutlich das Zurückbleiben des Kieferköpfchens der kranken Seite. Mitunter ist auch der Condylus nach oben und rückwärts in die Tiefe der Gelenkpfanne und in das lockere Kapselbindegewebe hineingedrückt.

Anders verhält es sich mit der Subluxation des Processus articularis vor den Discus. Hier ist die Mundöffnung normal möglich oder nur unmerklich behindert. Dagegen besteht beim Schlußbiß eine gewisse Federung; der Patient kann seine Zähne auf dieser Seite nicht fest zusammenpressen. Bei diesen Fällen zeigen die Röntgenbilder im allgemeinen nichts Außergewöhnliches. Hier dürfte die Arthrographie mittels Kontrastfüllung zu einer Sicherung der Diagnose beitragen.

Steinhardt erwähnt neben diesen Subluxationen des Gelenkkopfes auch noch Luxationen der Bandscheibe selbst. Diese Abrisse des Discus an den Ansatzstellen der Kapsel und Muskulatur können traumatisch oder funktionell bedingt sein. Letzteres ist bei der Arthropathia deformans durch Randzacken und Schliffflächen oftmals der Fall. Ist es durch den Abriß des Discus von den Kapselbändern zu einer Verdrängung desselben nach ventral gekommen, so zeigt sich im Röntgenbild eine deutliche Verschmälerung des Gelenkspaltes. Nimmt man in

diesem Fall wieder die Arthrographie zu Hilfe, so würde eine Darstellung des Discusreliefs nicht erfolgen.

Der „physiologischen Luxation“ W a s s m u n d s liegt ein gewohnheitsmäßig weites Nachvortreten des Kieferköpfchens am Ende der Öffnungsbewegung zugrunde. Bei einem Teil dieser Patienten tritt auch ein Knacken, der Ausdruck einer deformierenden Arthropathie der chondralen Form, während der Öffnungsbewegung auf. Die Arthropathia deformans läßt sich hier als Folge der im Laufe der Jahre erhöhten Beanspruchung der gleitenden Gelenkflächen erklären. Beim Schließen des Mundes geht der weit vorne liegende Gelenkkopf spontan wieder in seine Ausgangsposition zurück.

Neben diesen verschiedenen, an gesunden Gelenken auftretenden Luxationsformen und Subluxationserscheinungen, müssen noch die Luxationen Erwähnung finden, die im Zusammenhang mit einer deformierenden Arthropathie entstehen.

Nach H e u s e r ist die habituelle Luxation fast ausschließlich ein Begleitsymptom der Arthropathia deformans. Liegt noch zusätzlich ein intermediäres Gelenkknacken vor, „so ist an der Diagnose einer deformierenden Erkrankung nicht zu zweifeln“. Zur Festigung dieser zunächst rein klinisch gestellten Diagnose können häufig noch zusätzlich Deformationserscheinungen am Condylus im Röntgenbild nachgewiesen werden. Aufschlußreich ist auch das Funktionsröntgenogramm, speziell bei der auf dem Boden einer deformierenden Arthropathie entstandenen einseitigen Luxation. Bei den Frühfällen der Arthropathia deformans, die noch keine röntgenologisch nachweisbaren Deformationserscheinungen aufweisen, machen sich die Luxationserscheinungen auf der gesunden Seite bemerkbar. Das bei maximaler Mundöffnung angefertigte Röntgenbild zeigt dabei deutlich, wie der Gelenkkopf der erkrankten Seite in der Fossa mandibularis zurückgehalten wird, während der Gelenkkopf der gesunden Seite auf dem Tuberculum articulare steht. Es liegt also infolge Veränderung der Bandscheibe eine arthrogene Bewegungseinschränkung im kranken Gelenk vor. Die Luxationserscheinung im gesunden Gelenk ist dagegen als Kompensierungsfolge der im erkrankten Gelenk vorliegenden Bewegungsstörung aufzufassen. Genau das umgekehrte Bild findet sich bei den fortgeschrittenen Fällen; die kranke Seite weist hier nach Verlust des Discus articularis die Luxation auf.

Bei den verschiedenen Luxations- und Subluxationsformen steht das Gelenköpfchen immer mehr oder minder weit vor oder unter dem Tuberculum articulare. Daher können solche allein auf Grund des Röntgenbildes nicht in jedem Falle mit Sicherheit unterschieden werden. Absolut eindeutig ist der Röntgenbefund nur bei der echten, federnd fixierten Luxation, denn hier liegt der Condylus deutlich am ventralen Abhang des Tuberculum articulare.

4. Frakturen des Kiefergelenkes

Frakturen im Bereich des Kiefergelenkes brauchen nicht immer klinische Erscheinungen zu machen und bleiben daher oftmals unerkannt. Aus diesem Grunde empfiehlt H e u s e r bei jedem Unterkiefer-Trauma mit Frakturverdacht eine röntgenologische Untersuchung der Gelenkfortsätze vorzunehmen.

Reichenbach und Krohn fordern bei Frakturen des Kiefergelenkes grundsätzlich eine seitliche und eine sagittale Aufnahme, um klaren Aufschluß über die Dislokation der Fragmente im Bereich der Bruchstelle, über die Stellung des frakturierten Gelenkkopfes und „die ganze Art des Bruches“ in zwei Ebenen zu bekommen. Die zusätzliche Anwendung des Funktionsröntgenogrammes (Heuser) gibt Auskunft über die Funktionstüchtigkeit des kleinen Fragmentes, d. h. also darüber, inwieweit das frakturierte und luxurierte Gelenkköpfchen bei der Öffnungs- und Schließbewegung Excursionen mitmacht. Dies ist für die Therapie der heute mancherorts geübten funktionellen Behandlung der Gelenkfortsatzfrakturen von wesentlicher Bedeutung. Collumfrakturen sind besonders bei Aufnahmen mit sagittalem Strahlengang (Clementschitsch, Zimmer) gut erkennbar.

An der hiesigen Klinik haben sich zur Feststellung einer Gelenkfraktur die Aufnahmen nach Parma und Zimmer bewährt. Zur sicheren Erkennung der Mitverletzung des Pfannendaches, der Mittel- und Innenohrräume bei Gelenkfortsatzfrakturen müssen Aufnahmen, die gleichzeitig das „Ohr“ und den Bereich des Gelenkes wiedergeben, Anwendung finden. Es eignen sich hierzu besonders die Felsenbeinaufnahmen nach Schüller und E. G. Mayer.

Trotz eines negativen Röntgenbefundes sind Verletzungen des Kiefergelenkes nicht immer auszuschließen. Fissuren im Pfannenboden – sie kommen sicherlich häufiger vor als im allgemeinen angenommen wird –, Discusluxationen, Muskelabrisse (M. pterygoideus lateralis), Blutungen sind auf diese Weise wohl kaum zu erfassen.

Frakturen des Processus articularis sind in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle glatte Frakturen des Gelenkhalses. Frakturen innerhalb der Gelenkwalze (diacondyläre sive diacapituläre Frakturen), die zu einer Absplitterung eines Teiles des Gelenkkopfes führen und bruchmechanisch meist Stauchungsbrüche darstellen, sind dagegen weit weniger häufig.

Bei den Gelenkhalsfrakturen können in Übereinstimmung mit Köhler, Wassmund u. a. nach der klinisch beobachteten Häufigkeit zwei Gruppen unterschieden werden:

1. Der quere Collumbruch, bei dem der Bruchspalt horizontal, also annähernd senkrecht zur Längsachse des Gelenkfortsatzes, verläuft.

Dieser kann wiederum in drei Untergruppen aufgeteilt werden:

- a) in den tiefen Querbruch, der das Collum in seinem basalen Anteil durchsetzt,
- b) in den halbhohen oder mittleren Querbruch, bei dem die Bruchlinie nicht dicht unterhalb der Gelenkkapsel verläuft,
- c) in den hohen (subcondylären sive subcapitulären) Querbruch, der immer intracapsulär liegt und die Gelenkwalze vom Gelenkhals trennt.

Der quere Collumbruch zeichnet sich, wohl infolge seiner gezackten Bruchflächen, durch eine relativ geringe Verlagerungstendenz aus.

2. Der schräge Collumbruch, dessen Bruchlinie schräg zur Längsachse des Processus articularis verläuft.

Ganz im Gegensatz zu den queren Collumbrüchen steht bei den schrägen Collumbrüchen mit ihren vorwiegend glatten Bruchflächen, die etwa sagittal verlaufen und fast ausschließlich extracapsulär liegen, die Verlagerung im Vordergrund. Dadurch, daß das kleine, die Gelenkwalze enthaltende Fragment lateral dem aufsteigenden Ast aufliegt, erfolgt fast ausschließlich eine laterale Abspreizung dieses kleinen Fragmentes; dies kommt durch die ventro-dorsale Projektion recht anschaulich zum Ausdruck.

In einer dritten Gruppe können die selteneren Bruchformen des senkrechten (Wassmund) und des winkel- bzw. bogenförmigen Collumbruches (Köhler) zusammengefaßt werden.

Die Collumbrüche sind Biegungsbrüche mit Dislokationen vorwiegend nach medial und etwas nach vorne (Luxations- bzw. Subluxationsfrakturen des Processus articularis). Luxationsbrüche sind solche Brüche, bei denen eine vollständige Lösung der regelrechten Beziehungen zwischen Gelenkwalze und Gelenkpfanne erfolgt, während bei den Subluxationsbrüchen nur eine unvollständige Lösung eintritt. Daraus erklärt sich auch die Tatsache, daß bei Subluxationsfrakturen in der Regel die knöcherne Konsolidierung eintritt und der Kontakt mit der Schädelbasis erhalten bleibt. Immer ist jedoch hier wie in allen anderen Fällen von Frakturen des Processus articularis zur Vermeidung der in späteren Jahren mit großer Wahrscheinlichkeit auftretenden Gelenkschäden (deformierende Athro-pathie) die anatomische Heilung anzustreben, auch wenn nur eine funktionelle Heilung eintritt, wie dies speziell bei Luxationsfrakturen der Fall ist. Klinisch kann man die Luxationsfraktur kaum von der „gewöhnlichen Fraktur“ unterscheiden. Die endgültige Diagnose läßt sich nur mit Hilfe des Röntgenbildes stellen.

Bemerkenswert ist noch die Tatsache, daß die Luxationsbrüche fast ausschließlich Querbrüche und zwar vorwiegend tiefe Querbrüche sind. Die Verlagerung erfolgt hierbei im allgemeinen nach medial und vorne in den Raum zwischen Spina ossis sphenoidalis und Sutura speno-squamosa. Eine Verlagerung noch weiter nach vorne und nur wenig nach medial ist das Merkmal fast sämtlicher hoher Querbrüche mit Abtrennung der Gelenkwalze. Hier wird nämlich das kleine Fragment, das seinen Halt durch die dorsalen Bänder verloren hat, durch den Zug des M. pterygoideus lateralis nach vorne gezogen. Im Röntgenbild ist diese Dislokation deutlich zu erkennen. Es tritt jedoch nicht in allen Fällen eine (völlige) Luxation mit Einreißen und Durchstoßen der Gelenkkapsel ein. Man erkennt hieraus schon die Schwierigkeit, die die Klassifikation solcher Brüche in echte Luxationsbrüche und Subluxationsbrüche bereitet.

Eine Luxation nach lateral ist sehr selten und wurde noch nicht beobachtet.

Von Rüedi und Herfert wurden je ein Fall von Luxation nach unten beschrieben, die aber von Reichenbach bestritten wird.

Bei all den verschiedenen Bruchformen des Gelenkfortsatzes können auf dem Röntgenbild der Verlauf der Bruchlinien und die Neigung der Bruchflächen-ebenen zueinander infolge Überlagerung der Fragmente nicht immer deutlich erkannt werden.

Hinsichtlich der Verheilung der Fragmente bei Luxationsfrakturen und der damit verbundenen Umbauvorgänge im Bereich des Gelenkes lassen sich interessante röntgenologische Befunde erheben. Dabei können nach Heuser vier verschiedene Gruppen von Nearthrosebildung unterschieden werden:

1. Das luxierte (kleine) Fragment verwächst in Luxationsstellung im Bruchspaltbereich mit dem großen Fragment.
2. Das stark luxierte kleine Fragment verwächst nicht mehr mit dem großen Fragment. Die Nearthrosebildung erfolgt zwischen dem großen Fragment und seiner Umgebung an der Schädelbasis durch funktionell völlig ausreichende bindegewebige Überbrückung.
3. Zwischen dem an der Schädelbasis knöchern angeheilten luxierten Gelenkkopf und dem großen Fragment bildet sich durch bindegewebige Verwachsung eine Nearthrose aus.
4. Das luxierte Fragment verwächst bindegewebig mit dem großen Fragment und mit der Schädelbasis, so daß eine doppelgelenkige Nearthrose entsteht.

Berühren sich bei erfolgter Medialluxation die Bruchenden noch, so kommt es fast immer zu einer knöchernen Verheilung, zumindest aber zu einer straffen, funktionstüchtigen Pseudarthrose. Der in Luxationsstellung verheilte Gelenkfortsatz übernimmt weiterhin die Gelenkfunktion, sucht sich jedoch eine „Ersatzpfanne“. Diese bildet sich medianwärts an der Schädelbasis aus, wobei sich das Gelenkköpfchen allmählich abrundet. Die ehemalige Gelenkpfanne bleibt leer und dürfte in patho-histologischer Sicht einer Inaktivitätsatrophie unterliegen.

Auf Grund einer anatomisch unvollkommenen Frakturheilung kann es zu einer dadurch bedingten Funktionsbehinderung des frakturierten Gelenkes kommen. Diese einseitige Einengung der Gelenkbeweglichkeit sucht wiederum der Processus articularis der Gegenseite durch vermehrtes Nachvortreten bei jeder Öffnungsbewegung zu kompensieren, um gleichsam eine weitere Mundöffnung zu erzielen. Für die Dauer bedeutet dies jedoch ein chronisches Trauma, auf das besonders Markowitz und Gerry („Postfraktur-Condylar-Syndrom“) hingewiesen haben.

Allerdings können sich nach Köhler, Schlapp, Steinhardt, Wassmund und nach eigenen Beobachtungen geknickte Gelenkfortsätze unter der funktionellen (Aktivator-)Behandlung im Verlaufe mehrerer Wochen und Monate wieder aufrichten.

Häufig kommt es, speziell bei hohen, subcondylären Luxationsfrakturen mit Abtrennung und Medialverlagerung der Gelenkwalze zu aseptischer Nekrose und nachfolgender Resorption des funktionslos im Gewebe liegenden Knochenstückchens. Axhausen, Bräse, Reichenbach, Wätjen u. a. sind der Auffassung, daß das Kieferköpfchen regelmäßig einer totalen Nekrose verfällt, wenn die Bruchlinie oberhalb (innerhalb) des Gelenkkapselansatzes verläuft, also bei jeder intracapsulären Fraktur. Hierbei kommt es dann infolge des Abbruches des Gelenkköpfchens zur traumatisch bedingten Ernährungsunterbrechung in der Epiphyse mit deren allmählicher Nekrotisierung. Ähnliche Folgen werden auch bei Gelenkhalsfrakturen beobachtet, vor allem, wenn der M. pterygoideus lateralis abreißt und damit zu einer Ernährungsunterbrechung führt. Dies tritt bevorzugt bei

Luxationsfrakturen auf. Andererseits ist auch eine Reorganisation der toten Epiphyse vom großen Fragment aus möglich (A x h a u s e n, R e i c h e n b a c h u. a.); begreiflicherweise erfordert ein solcher Vorgang längere Zeit. Es schließt also die epiphysäre Nekrose die knöcherne Heilung keineswegs aus. Die entstehenden Regenerationsprodukte nehmen infolge der Brüchigkeit des Knochens unter den gewöhnlichen funktionellen Belastungen unterschiedliche Formen an und sind nur als wenig funktionstüchtiger Ersatz zu bewerten.

Während des Umbaues erfolgt eine wesentliche Änderung des Knochengefüges, und zwar gehen bei der knöchernen Substitution spongiösen Knochens Anbau und Abbau nicht konform. Nach A x h a u s e n kann die Umbauatrophie so erhebliche Ausmaße annehmen, daß die Knochenstruktur röntgenologisch nahezu ausgelöscht erscheint (wabige Auflockerung). Der an die Stelle der toten epiphysären Spongiosa tretende Ersatzknochen zeichnet sich später durch eine dichtere Struktur aus. Ist die Reorganisation der Epiphyse beendet, so resultiert für gewöhnlich eine Deformierung. „Der Ausgang des traumatischen Epiphysentodes ist daher die deformierte Epiphyse.“ (A x h a u s e n) Solche Verunstaltungen sind bei frühkindlichen Gelenkfrakturen am ausgeprägtesten. Abbrüche der Gelenkwalze mit nachfolgender epiphysärer Totalnekrose geben sich im Röntgenbild regelmäßig durch eine stärkere Abplattung kund, wobei die normale Beweglichkeit ziemlich eingeschränkt wird. Zudem tritt bei der Bewegung des verunstalteten Gelenkköpfchens eine fehlerhafte Belastung des Knorpels ein, die schließlich zu Abnutzungserscheinungen (Auffaserung, Rauigkeiten, Abblätterung oberflächlicher Schichten, Ulcerationen, Usurbildungen) führt. Dies erklärt sich daraus, daß bei den Bewegungen nicht mehr die glatten, gleichsinnigen Knorpelflächen, sondern Kanten und Buckel der unregelmäßigen Oberfläche gegeneinander reiben. Unter diesen Umständen ist auf die Dauer der normale Knorpel einer solchen Inanspruchnahme nicht mehr gewachsen. Es tritt also die Knorpelveränderung als „sekundäre Folgeerscheinung der primären Epiphysendeformierung“ auf (A x h a u s e n). Aus diesem Grund erfolgt bei intracapsulären Luxationsfrakturen fast regelmäßig ein Gelenkumbau im Sinne der deformierenden Arthropathie, die nach ihrer Pathogenese als ossale Form zu bezeichnen ist.

Bei der Reorganisation der nekrotischen Knochenbezirke des Gelenkfortsatzes treten nicht selten kleine zystenähnliche Hohlräume mit detritusartigem Inhalt auf. Findet sich bei der Untersuchung von Gelenken Umbauknochen und Zystenbildung, so muß eine epiphysäre Nekrose vorausgegangen sein (A x h a u s e n).

Kommt es bei Kindern und Jugendlichen im Wachstumsalter zu subepiphysären Gelenkfrakturen mit irreparabler Epiphysenschädigung, so erfolgen außer Deformierung und eventueller Ankylosebildung, als unvermeidliches Resultat der gleichzeitigen Ernährungsstörungen am Gelenkknorpel, noch Wachstumsstörungen.

Beidseitige (Luxations-)Frakturen der Gelenkfortsätze führen in der Regel zu einem Vogelgesicht. Hier tritt nun trotz der mit großer Wahrscheinlichkeit einsetzenden Köpfchendeformierung keine nachfolgende Arthropathia deformans auf, weil die wichtigste Vorbedingung hierfür, die Gelenkbeweglichkeit, fehlt oder zumindest weitgehend eingeschränkt ist.

Bei einseitiger Störung kommt es zu einer Gesichtasymmetrie mit Verlagerung der Unterkiefermitte nach der kranken Seite. Im allgemeinen kann eine Gesichts-

asymmetrie, hervorgerufen durch Erkrankung eines Gelenkes, durch Verkürzung oder Verlängerung des aufsteigenden Unterkieferastes entstanden sein. Letztgenannte einseitige Formen findet man als regenerative Überschußbildungen nach Infektionen und Traumen (Steinhardt), weil hier eine gesteigerte produktive Leistung der Knorpelzellen einsetzt. Für gewöhnlich ist die Verlängerung nicht erheblich, aber es genügt schon eine Elongation von 5 mm, um eine Asymmetrie hervorzurufen. Damit verbindet sich eine mehr oder minder stark ausgeprägte Störung der Occlusion (Kreuzbiß) und Artikulation; vor allem ist die Seitwärtsverschiebung des Unterkiefers eingeschränkt. Die röntgenologische Untersuchung derartiger Gelenke zeigt auffallend plump deformierte und verbreiterte Gelenkenden, ein Befund, der im zahnärztlichen Schrifttum häufig mit „Hypertrophie des Kiefergelenkköpfchens“ als gesondertes Krankheitsbild beschrieben wurde (Dufourmentel, v. Eiselsberg, Hofer, Oehl-ecker, Perthes und Borchers, Rosenthal).

Als Folge einer einseitigen Gelenkfortsatzfraktur treten hin und wieder Beschwerden auf, die im Sinne des von Costen und Goodfriend 1934 erstmals beschriebenen Syndroms gedeutet werden müssen („Costen-Syndrom“). Dabei handelt es sich bevorzugt um Fälle, die eine Luxation des kleinen Fragmentes nach medial und vorne aufwiesen. Bemerkenswert ist noch, daß die geklagten Beschwerden – krampfartige, anfallsweise auftretende Schmerzen, die in Ohr, Mund, Zunge und Hinterkopf ausstrahlen – häufig in dem nicht traumatisch geschädigten Gelenk der Gegenseite lokalisiert werden. Auffallenderweise werden demgegenüber bei beidseitigen Luxationsfrakturen aber weit weniger Beschwerden geäußert.

Nicht immer bleiben Gelenkfortsatzfrakturen auf den engeren Gelenkbereich beschränkt. Bei Frakturen des Processus articularis kommt es nicht selten zum Einbrechen der vorderen Gehörgangswand, wodurch eine Infektion des Gelenkes droht. Die regelrechte Ausheilung einer Gehörgangsverletzung wird nur nach Reposition und Ruhigstellung der frakturierten Knochenteile erfolgen. Die rechtzeitige Erkennung solcher Begleitverletzungen ist begreiflicherweise von großer Wichtigkeit. Ein Einbruch des Gehörganges dürfte aber nur dann eintreten, wenn der Unterkiefer nach dorsal und cranial verlagert werden kann. Dies ist aber nur bei mangelhafter Bezahnung der Kiefer im Molarengebiet möglich. Außerdem dürfte das Vorliegen einer „geschlossenen“ Gelenkform eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Erfolgt nämlich durch das Trauma eine Ausbiegung des Collum im wesentlichen nach dorsal – dies ist nur beim geschlossenen Gelenk denkbar –, so wird das Köpfchen nach vorne medial luxiert werden. Dabei wirkt noch der Zug des M. pterygoideus lateralis und der des kräftigen Ligamentum temporomandibulare mit. Das weiter dorso-cranial getriebene große Fragment aber hat die traumatische Schädigung des Gehörganges zur Folge. Wassmund beschreibt in seinem Buch „Frakturen und Luxationen des Gesichtsschädels“ einen derartigen Fall, ohne jedoch näher auf das Zustandekommen einzugehen. Beaumont und Schwarze beschrieben Fälle, „wo das abgebrochene Stück samt dem luxierten Processus coronoides in den knöchernen Gehörgang hinein-luxiert war“. Letztgenannter Autor veröffentlichte sogar einen Fall, bei dem das Gelenkköpfchen bis in die mittlere Schädelgrube eingedrungen war. Ähnliche

Beobachtungen machte auch Zimmer. Folgender in der hiesigen Klinik beobachtete und behandelte Fall (Kg. Nr. 6683) möge diese Ausführungen unterstreichen:

Es handelte sich um einen 13jährigen Jungen, der während eines epileptischen Anfalles eine 13 Stufen hohe Treppe herabstürzte. Dabei zog er sich beiderseits hohe Collumfrakturen und eine beiderseitige Gehörgangsfraktur an der Vorderwand zu.

Die posterior-anteriore Aufnahme und die Aufnahmen nach Parma zeigen das typische Bild einer doppelseitigen Stauchungsfraktur im Gelenkbereich. Beide Gelenkwalzen sind nach medial und etwas nach ventral luxiert. Die Enden der großen Fragmente stehen tief in der Gelenkpfanne. Die Schüller-Aufnahmen weisen deutlich eine Kontinuitätsstrennung im Bereich der Vorderwand des rechten und linken Gehörganges auf.

In dem Wechselgebiß des Patienten waren die zweiten Molaren im Unter- und Oberkiefer noch nicht und die Prämolaren erst zum Teil durchgebrochen. Durch diesen Ausfall der seitlichen Stützzone und das Fehlen sämtlicher Molaren bis auf die Sechsjahrmolaren, war keine ausreichende Abstützung gegeben, so daß bei dem Trauma die beiden unteren ersten Molaren unter den oberen Molaren nach hinten oben durchgleiten konnten und dabei die beiderseitigen Capitulum- und Gehörgangsfrakturen zur Folge hatten. Acht Wochen nach der eingeleiteten Frakturbehandlung zeigte sich im Röntgenbild eine Abrundung der bei der frischen Fraktur spitzen Enden. Die Gelenkenden haben also die Funktion der Gelenkwalzen im Sinne einer (bindegewebigen) Nearthrose übernommen, wodurch die beiden aufsteigenden Unterkieferäste in ihrer Gesamtlänge etwas verkürzt sind.

Bei Sichtung des Krankengutes der hiesigen Klinik in dem Zeitraum von Mitte 1945 bis Mitte 1958 ergaben sich unter 432 Unterkieferfrakturen 153 Gelenkbrüche, also mehr als 35%. Von diesen 153 Gelenkbrüchen waren 78 (ca. 50%) solitär, in 60 Fällen war nur ein Gelenk betroffen. Den relativ hohen Anteil der Frauen mit 18,7% bei diesen Brüchen (insgesamt erlitten 71 Frauen Unterkieferfrakturen) möchte ich nur als interessanten Nebebefund erwähnen.

Bei den 75 Gelenkbrüchen mit sonstigen Kieferfrakturen lagen die Begleitbrüche bei 58 Patienten im Frontzahn-Prämolarenbereich. Daraus geht hervor, daß diese Gelenkbrüche vorwiegend indirekter Natur sind.

5. Tumoren im Kiefergelenkbereich

Über die röntgenologische Darstellung der Kiefergelenkgeschwülste ist bisher wenig bekannt, wohl deshalb, weil diese Körperregion nur selten befallen wird. Hinsichtlich der Lokalisation der Tumoren am Processus articularis ist die Erklärung H e l l n e r s recht einleuchtend, daß der Gelenkkopf vielen möglichen Mikro- und Makrotraumen ausgesetzt ist.

Die häufigsten gutartigen Geschwülste des Kiefergelenkes sind Osteome, Fibrome, Chondrome, Myxome, die histologisch genauer in Osteochondrome, Fibromyxome, ossifizierende Myxome, Fibroosteome ausdifferenziert wurden. J. G a b k a hat bis 1954 über 30 veröffentlichte Fälle von Osteom des Gelenk-

fortsatzes berichtet. Der gleiche Autor beobachtete 1955 ein 5 cm langes und 3 cm breites Osteom des Processus articularis, das im Röntgenbild eine spongiöse Knochenstruktur aufwies. In diesem Zusammenhang sind auch die von R o s e n t h a l und H e u s e r beschriebenen Exostosen, die gelegentlich am Processus articularis beobachtet und von H e u s e r als mehr partiell gewachsene Knochenvorsprünge bezeichnet werden, erwähnenswert.

Die bei den Osteomen teilweise erhebliche Vergrößerung des Gelenkfortsatzes führt zu einer Verschiebung des Unterkiefers nach der gesunden Seite und zu mehr oder minder deutlichen Funktionsstörungen. Derartige Symptome finden sich auch bei der sog. Hypertrophie des Gelenkköpfchens. Diese kann einmal als Größenzunahme in medio-lateraler Richtung imponieren und unter Umständen zu einer Blockierung der Kieferfunktion führen, zum anderen vorwiegend im Sinne einer Verlängerung des Processus articularis auftreten. Interessante Beobachtungen ähnlicher Art bot folgender in der hiesigen Klinik behandelte Fall (Kg. Nr. 5701):

Es handelte sich um einen 22jährigen Mann, der seit fünf Jahren ein Herabwachsen des linken Unterkiefers mit Schrägstellung des Mundes und Verlagerung der Kinnspitze nach rechts bemerkte.

Klinisch ergab sich eine ausgeprägte Asymmetrie des Untergesichtes, wobei die Mittellinie um fast eine untere Frontzahnbreite nach rechts verschoben war. Dadurch war es zu einem umgekehrten Frontzahnüberbiß, Kreuzbiß im Seitenzahnbereich rechts und zu einem halbseitig offenen Biß links gekommen. Hier klaff-

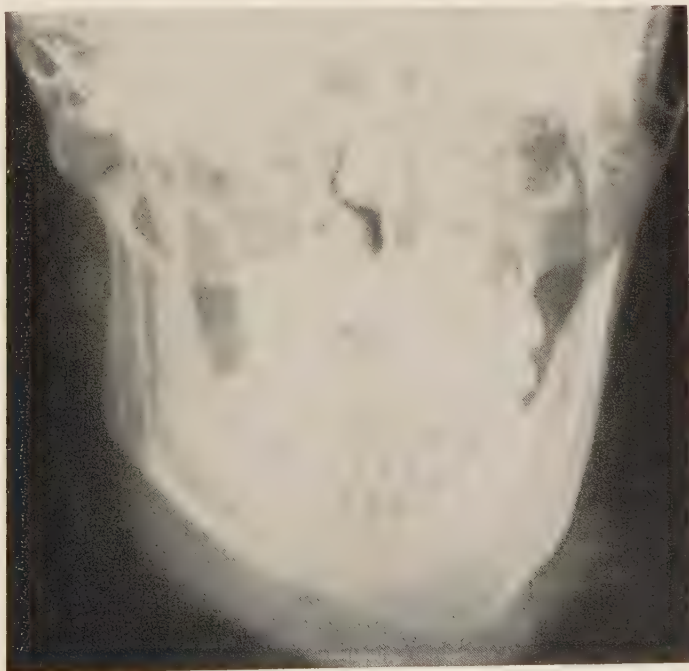


Abb. 9.
Posterior-anteriore
Aufnahme des
Gesichtsschädels

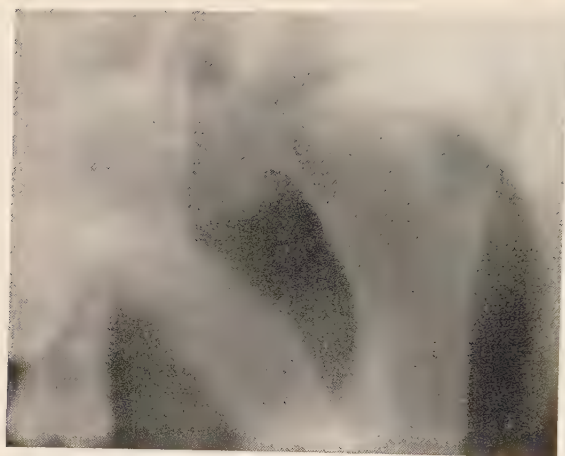


Abb. 10.
Linke Gelenkaufnahme nach Parma

ten die Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers bei +2 und -3 ca. 6 mm, bei +5 und -6 ca. 8 mm. Beim Öffnen des Mundes wich der Unterkiefer nach links ab (einseitige Aufhebung der Vorschubbewegung), wobei annähernd Deckung der Mittellinien des Ober- und Unterkiefers erreicht wurde. Es bestanden keine Beschwerden in der Gelenkgegend.

Die durchgeführte Röntgenuntersuchung (posterior-anteriore Aufnahme) ergab eine auffallende Verlängerung des linken Unterkiefers und des aufsteigenden Astes (Abb. 9). Das Collum war beträchtlich verlängert und deutlich verdickt. Am bemerkenswertesten war der voluminöse Gelenkkopf, der in seiner medio-lateralen Ausdehnung die Ausmaße der Gelenkwalze der Gegenseite um mehr als die Hälfte übertraf. Die Spongiosa war hier aufgelockert und weitmaschig. Auf der Parma-Aufnahme erschien der Gelenkspalt verschmälert; hier zeigte sich auch eine abnorme Verbreiterung des Gelenkkopfes und eine dadurch bedingte Ausweitung und Abflachung der Gelenkpfanne (Abb. 10). Außer der Entrundung des Gelenkkopfes und der deutlichen Abflachung der normalerweise streng konvexen Konfiguration des Kieferköpfchens war noch die nach ventral spitz ausgezogene Köpfchendeformierung auffallend. Es ist dies wohl eine Folge der durch die Hypertrophie ausgelösten Bewegungseinschränkung des erkrankten Gelenkes und des dadurch hervorgerufenen veränderten Bewegungsablaufes sowie der inadäquaten Beanspruchung beider Gelenke. (Denn durch das einseitige Kiefer-Längenwachstum und die damit verbundenen Artikulationsstörungen wird die Statik und Dynamik des Kiefergelenkes grundlegend geändert. Dies führt dann zu einer unnatürlichen Inanspruchnahme der am Funktionsablauf beteiligten Gewebsanteile. Die dabei auftretenden Formänderungen der knöchernen Gelenkanteile müssen dann im Sinne einer deformierenden Arthropathie gedeutet werden.) Auch das Gelenkköpfchen der Gegenseite und das Tuberculum articulare, speziell an seinem dorsalen Abhang, wiesen deutlich deformierende Veränderungen auf.

Bei dem operativen Eingriff wurde der Gelenkkopf durch Resektion gewonnen, der in seiner Form durchaus der röntgenologischen Konfiguration entsprach.

Die histologische Untersuchung des Resektionspräparates im Pathologischen Institut der Universität (damal. Direktor: Prof. Dr. E. Kirch) ergab jungen Knochen mit einer relativ breiten Knorpelschicht an seiner Oberfläche. Teilweise war eine lebhafte Tätigkeit von Osteoblasten und Osteoklasten nachzuweisen. Die durch die verschieden angelegten Kittlinien angedeutete mosaikartige Struktur zeigte noch nicht das ausgeprägte Bild der Osteodystrophia deformans Paget. „Es besteht aber immerhin ein deutlicher Verdacht auf Pagetsche Erkrankung.“

Zimmer beschreibt 1941 eine echte Osteodystrophia fibrosa deformans Paget. Bei dem von ihm untersuchten Fall einer Pagetschen Knochenerkrankung findet sich im Röntgenbild vom Kiefergelenk ein „aufgetriebenes, unscharf begrenztes, fleckig verwaschen strukturiertes Köpfchen und eine ausgeweitete Pfanne“.

Allerdings hat Axhausen als erster darauf aufmerksam gemacht, daß eine Osteodystrophia deformans Paget Gelenkbeschwerden auslösen kann.

Heuser berichtet von einer einseitigen isolierten Vergrößerung des Processus articularis. Die Röntgenaufnahme nach Parma zeigt einen massig verbreiterten Gelenkkopf mit verdicktem Gelenkhals. Die Konfiguration des Condylus kommt bis auf einige Unebenheiten an der mäßig konvexen Gelenkfläche überall klar zum Ausdruck. Die Knochenstruktur weist keine Verdichtung auf; im Gegenteil, es findet sich normale Spongiosazeichnung. Bei diesem Fall hat es sich entgegen der ursprünglichen Annahme einer akromegaloiden Wachstumsstörung, wie sie von Wermuth und Jankowski beschrieben wurde, um eine reine Knochenhypertrophie gehandelt.

Einen gleichen Fall von Hyperplasie eines Kiefergelenkkopfes hat Schuchardt publiziert.

In denselben Formenkreis gehört auch der u. a. von H. Wolf beschriebene Fall einer konstitutionellen einseitigen Verriesung des rechten Unterkiefers und Jochbeines. Die Röntgenuntersuchung beider Gelenke ergab normale Verhältnisse im Bereich des linken Gelenkes, dagegen wies das rechte Köpfchen neben einer Verbreiterung in ventro-dorsaler Richtung eine ausgeprägte Abflachung auf. Am auffälligsten war die Ausbiegung des verdickten und verlängerten Gelenkhalses nach dorsal, die in einer Ventralkippung des Gelenkköpfchens zum Ausdruck kam.

Schließlich sei noch der in diese Gruppe gehörende Fall von einseitiger Hypertrophie des Unterkiefers durch epiphysäres Wachstum eines Gelenkköpfchens erwähnt (Floh). Das Röntgenbild des kranken Gelenkes zeigte die abnorme Länge des Collum mit dem Kieferköpfchen von über 4 cm.

Bei all den bisher beschriebenen Fällen handelte es sich um gutartige tumoröse Neubildungen im Gelenkbereich, deren Ursache noch keineswegs in allen Einzelheiten erforscht ist.

Hofer publizierte 1954 zwei Fälle von zentralen Granulationsgeschwülsten des Gelenkkopfes, wobei das Röntgenbild einen größeren knöchernen Defekt des Processus articularis zeigte. Bei dem von Thoma veröffentlichten Fall eines histologisch gesicherten ossifizierenden Myxoms „imponierte der Tumor (im Röntgenbild) als zentraler Hohlraum mit dünnen Wänden“. Ein weiterer Fall

Thomas eines Fibromyxoms wies im Röntgenbild einen aufgetriebenen, von Septen unterbrochenen, transparenten Gelenkkopf auf.

Bei den bösartigen Tumoren des Kiefergelenkes kann die Frage, ob es sich um primäre Geschwulstbildung oder um Metastasen handelt, nicht durch das Röntgenbild geklärt werden. Gilt es jedoch zu entscheiden, ob es sich um das Übergreifen maligner Tumoren aus der Nachbarschaft auf den Gelenkbereich handelt, so kann dies durch die röntgenologische und in vielen Fällen wohl auch durch die rein klinische Untersuchung erfolgen.

Zimmer berichtete 1941 über die Zerstörung des Processus articularis durch ein Basaliom der linken Gesichtshälfte auf der Basis eines Lupus. Das Röntgenbild zeigte eine körnige Auflockerung der Knochenstruktur im Bereich des Gelenkfortsatzes, der Fossa mandibularis und am Jochbogen. In den an den Tumor angrenzenden Knochenpartien war der Kalkgehalt erhalten, ein Umstand, der allein auf Grund des Röntgenbefundes auf einen destruierenden malignen Prozeß schließen ließ.

Heuser veröffentlichte den Durchbruch eines Cholesteatoms in das Gelenk nach völliger Zerstörung der vorderen Gehörgangswand. In einem anderen Fall des gleichen Autors kam es infolge Tiefenwucherung eines Wangen-Carcinoms zur Zerstörung des Processus articularis mit Einbeziehung der Gelenkpfanne. Lindemann berichtete 1928 über ein „Riesenzellsarkom des Unterkiefergelenkkopfes“, das im Röntgenbild eine wolkig-verwaschene Struktur aufwies. Thomas beschrieb ein Adeno-Carcinom des Gelenkkopfes, dessen primärer Sitz verborgen blieb. Dagegen konnte in einem Fall von malignem Tumor des Gelenkes als Ursache die Metastase eines Melano-Sarkoms der großen Zehe festgestellt werden.



Abb. 11.
Tumortastase im Processus articularis bei
Epipharynx-Carcinom (aus Heller - Poppe)

Das von Hellner-Poppe in ihrem Werk „Röntgenologische Differentialdiagnose der Knochenkrankungen“ wiedergegebene Röntgenbild (Abb. 11) läßt die kleinkirschengroße, entschattete Auftreibung des Processus articularis mit Vorwölbung der vorderen Partie des Gelenkhalses zunächst als Zyste erscheinen. Dafür spricht auch die annähernd kreisrunde Form, die nahezu einheitlich scharfe Begrenzung, die weitgehend gleichmäßige Transparenz und nicht zuletzt auch die am Kiefergelenk allerdings selten beobachtete Lokalisation. Auch weist der aufsteigende Unterkieferast rundliche Entschattungen auf, die als zystische Degenerationsherde angesehen werden können. Die histologische Untersuchung ergab eine Metastase im Capitulum mandibulae bei Epipharynx-Carcinom.

Obgleich Zysten fast ausschließlich als gutartige Geschwulstbildungen angesehen werden, möchte ich doch, in Anlehnung an diesen pseudozystischen malignen Prozeß, über einen Fall berichten, bei dem eine echte Zystenbildung vorlag. Allerdings handelte es sich hierbei nicht um eine im Processus articularis entstandene und auf seinen Bereich beschränkte Zyste, sondern – wie die Gelenkaufnahme nach Parma zeigt – vielmehr um das expansive Einwachsen einer großen, mehrkammerigen Zyste im Kieferwinkelbereich und aufsteigenden Unterkieferast.

Zwei ähnliche Fälle bringt auch Brosch in dem Handbuch „Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde“. Bei dem einen Fall war es eine Follikularzyste, die sich bis zur Incisura semilunaris und bis zum Ansatz des Processus articularis erstreckte. Die craniale Ausdehnung des Adamantinoms im zweiten Fall reichte bis an die Incisur und in den Processus articularis hinein.

Hellner-Poppe beobachteten eine hochgradige Strahlenatrophie des gesamten Unterkiefers nach intensiver erfolgloser Röntgenbestrahlung eines mehrmals rezidivierenden, metastasierenden Parotis-Carcinoms. Die Röntgenaufnahme zeigt eine weit fortgeschrittene, wabig-fleckig strukturierte Atrophie der gesamten Pars horizontalis mandibulae und des aufsteigenden Unterkieferastes, einschließlich des Gelenkfortsatzes und des Processus muscularis.

Höpfel veröffentlichte ein multiples Myelom, das seinen Sitz im Corpus mandibulae und im Processus articularis hatte.

Die mit Vorliebe in das Knochensystem metastasierenden Hypernephrome und Seminome, von denen schon Tochtergeschwülste auch im Kiefer beobachtet wurden, konnten im Gelenkbereich noch nicht nachgewiesen werden.

Die primären bösartigen Geschwülste des Kiefergelenkes sind äußerst selten. Immer entwickeln sie sich aus den Grundsubstanzen der Gewebe des Gelenkkopfes, des Discus articularis und der Gelenkkapsel. So beschreibt Thomas ein Fibrosarkom des Gelenkfortsatzes, das seinen Ursprung vermutlich von der Gelenkkapsel oder vom Periost aus genommen hat. Lindemann berichtet über ein Osteochondro-Sarkom im Bereich des Kiefergelenkes.

Zusammenfassung

Nach Darstellung der Anatomie und Funktion des Kiefergelenkes, deren ausreichende Kenntnis die Voraussetzung für eine genaue Beurteilung einschlägiger Röntgenaufnahmen bildet, werden die verschiedenen röntgenologischen Untersuchungsmethoden des Kiefergelenkes behandelt.

Aus der Vielfalt der angegebenen Aufnahmemethoden konnten neben den bewährten, zum Teil modifizierten Einstellmöglichkeiten nach Altschul-Uffenorde, Parma, Schüller und Zimmer, als geeignetste die Arthrographie und Tomographie ermittelt werden. Eine Verbesserung in der Röntgenbefundung des Kiefergelenkes ist noch durch die Vergrößerungstechnik mittels Feinstfokusröhren zu erwarten. Für alle Aufnahmemethoden gilt, daß eine umfassende Wiedergabe der Gelenkregion immer in zwei, möglichst senkrecht zueinander stehenden Ebenen zu erfolgen hat.

Anschließend wird über die Technik der Fernröntgenaufnahmen und die einzelnen Gelenkformen bei den verschiedenen Bißanomalien sowie über Umformungsvorgänge im Gelenkbereich bei kieferorthopädischer Behandlung berichtet.

Erkrankungen des Kiefergelenkes in Form akuter oder chronischer Arthritiden verursachen an den knöchernen Gelenkanteilen noch keine röntgenologisch sichtbaren Merkmale, während wir bei der Arthropathia deformans die mannigfaltigsten Veränderungen an Gelenkköpfchen und Fossa mandibularis finden. Das Hauptsymptom dieser Erkrankungsform, das Gelenkknacken, ist häufig auch bei den Luxations- und Subluxationserscheinungen vorhanden.

Frakturen des Processus articularis sind recht häufig. Auf Grund einer eigenen statistischen Erhebung aus dem Krankengut der hiesigen Klinik konnte über ein Drittel aller Unterkieferbrüche als Gelenkfrakturen festgestellt werden.

Abschließend wird über die relativ seltenen Tumoren im Gelenkbereich berichtet. Hierbei hat man zwischen primärer Tumorbildung und sekundärer Ansiedlung zu unterscheiden. Eine Klärung ist durch die Röntgenuntersuchung nicht möglich. Dagegen lassen sich für verschiedene Tumorarten charakteristische Merkmale in der Knochenstruktur feststellen.

Mein besonderer Dank gebührt Herrn Privatdozenten Dr. Dr. D. Haunfelder für die Überlassung des Themas, sein stets hilfsbereites Entgegenkommen und die rege Förderung der Arbeit.

Herrn Professor Dr. Wolf erlaube ich mir für die freundliche Übernahme des Korreferates meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

Außerdem danke ich Schw. Nikolitta und Frl. Dietrich von der Röntgenabteilung für ihre hilfreiche Unterstützung.

Literaturverzeichnis

- Albert E.: Erkrankungen des Kiefergelenkes. In Scheff-Pichler: Handbuch der Zahnheilkunde, III. Bd. Urban & Schwarzenberg, Wien 1927
- Aprile, H.: Anatomisch-röntgenologischer Beitrag zum Studium des Kiefergelenkes. Ref. Österr. Zschr. Stomat. **30**, 768 (1932)
- Ascher, F.: Arthritis deformans als Ursache für die Entstehung eines offenen Bisses im fortgeschrittenen Lebensalter. Fortschr. Kieferorthop. **16**, 81 (1955)
- Axhausen, G.: Die Krankheiten der Gelenke, insbesondere des Kiefergelenkes. Die Allgemeine Chirurgie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. J. F. Lehmann, München-Berlin 1940
- Zur Frage der sog. Hypertrophie des Kiefergelenkköpfchens. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. **4**, 670 (1949)
- Ein Beitrag zur deformierenden Arthropathie des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. **9**, 852 (1954)
- Bauer, W.: Anatomische und mikroskopische Untersuchungen über das Kiefergelenk mit besonderer Berücksichtigung der Veränderungen bei Osteo-Arthritis deformans. Österr. Zschr. Stomat. **30**, 1136, 1279, 1334 (1932)
- Beal, G. J., Y. Commissionat, M. Yardin: Die röntgenologische Darstellung des Condylus mandibulae durch die transorbitale, anterior-posteriore Projektion. Ref. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. **23**, 485 (1956)
- Bercher, J. und G. Chaumet: Die Radiographie des temporo-mandibularen Gelenks. Ref. Zahnärztl. Rdsch. **33**, 338 (1924)
- Berg, A.: Ein Fall einer veralteten, doppelseitigen Unterkieferverrenkung. Österr. Zschr. Stomat. **24**, 876 (1926)
- Birkner, R.: Der tomographische Horizontalschnitt des Felsenbeins. Fortschr. Röntgenstr. **71**, 349 (1949)
- Bornemann, G.: Ergebnisse der konservativen Behandlung bei Luxationsfrakturen des Kiefergelenkes. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Böttger, H.: Die prothetische Behandlung der Arthropathia deformans des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. **12**, 1504 (1957)
- Brachmann, F.: Ein Beitrag zur röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenkköpfchens. Zahnärztl. Welt **5**, 377 (1950)
- Brosch, F.: Die Zysten des Kiefer-Gesichtsbereichs. In: Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Handbuch, III. Bd. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1957
- Caldwell, J. B.: Differentialdiagnose von Kiefergelenkschmerzen. Ref. Quintessenz H. 1, Ref. Nr. 1007 (1958)
- Campbell, J.: Beseitigung des Kiefergelenk-Knackens. Ref. Quintessenz H. 6, Ref. Nr. 1075 (1958)
- Clementsitsch, F.: Mitteilung einer symmetrischen Aufnahme beider Kiefergelenke in posterior-anteriorer Richtung. Österr. Zschr. Stomat. **39**, 877 (1941)
- Kieferchirurgische Röntgenaufnahmen. Dtsch. Zahnärztl. Wschr. **44**, 656 (1941)
- Röntgendarstellung des Gesichtsschädels. Urban & Schwarzenberg, Wien 1948

- Clements chits ch, F.: Die Röntgendarstellung des Gesichtsschädels. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 16, C. Hanser, München 1955
- Über die Röntgendarstellung bei Erkrankungen und Verletzungen der Kiefer. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 10, 380 (1955)
- Costen, J. B.: Syndrome of Ear and Sinus Symptoms Dependant on Disturbed Function of the Temporomandibular Joint. Ann. Otol. Rhinol. and Laryngol. 43, 1 (1934)
- Craddock, F. W.: Zur Radiographie des Kiefergelenkes. Ref. Österr. Zschr. Stomat. 51, 672 (1954)
- Dechant, K.: Die Entstehung eines Vogelgesichts bei gesundem Kiefergelenk. Med. Diss. Würzburg 1930
- Derstappen, H.: Über Erkrankungen des Kiefergelenkes mit Bewegungseinschränkung im Kindesalter. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 3, 285 (1948)
- Donovan, R. W.: A Method of Temporomandibular Joint Roentgenography for Serial or Multiple Records. J. Amer. Dent. Assoc. 49, 401 (1954)
- Dufourmentel, L.: Chirurgie de l'articulation temporo-maxillaire. Masson & Cie., Paris 1929
- Ennis, Le Roy M.: Dental Roentgenology. Lea & Febiger, Philadelphia 1946
- Fischer, F. K.: Arthrographie. Schinz H. R. u. a. Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Gg. Thieme, Stuttgart 1952
- Fitzner, H.: Beitrag zur Behandlung der Arthropathien der Kiefergelenke. Dtsch. Stomat. 5, 197 (1955)
- Flohr, W.: Epiphysäre Hypertrophie des Unterkiefers durch enchondrale Knochenapposition am Processus articularis. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 7, 1235 (1952)
- Frenkel, G.: Über die Behandlung der Arthropathien mit besonderer Berücksichtigung der konservierenden Methode in der ambulanten Praxis. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 9, 1410 (1954)
- Gabka, J.: Die tumoröse bzw. pseudotumoröse Deformierung des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 21, 445 (1954/55)
- Gabriel, G.: Die Aufnahme des Kiefergelenkes und seiner Bewegungsvorgänge. Dtsch. Zahnärztl. Wschr. 29, 190 (1926)
- Gärtner, F. und H. Preiss: Die intraartikuläre Hydrocortisontherapie bei Erkrankungen des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 11, 953 (1956)
- Grewcock, R. J. G.: Eine vereinfachte Technik zur Röntgenaufnahme des Kiefergelenkes. Norske Tannlageforen. Tid. 65, 124 (1955). Ref. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 23, 484 (1956)
- Günther, H.: Über Gefahren und Schäden durch Röntgenstrahlen in der zahnärztlichen Röntgendiagnostik und die Bedeutung von Sicherungsmaßnahmen. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 12, 913, 969 (1957)
- Häupl, K.: Über Veränderungen des Kiefergelenkes mit besonderer Berücksichtigung der Arthritis Deformans. Vjschr. Zahnhk. 46, 356 (1930)
- Kieferorthopädischer Gewebeumbau und Muskelreiz. Fortschr. Kieferorthop. 16, 52 (1955)

- Häupl, K., W. Meyer und K. Schuchardt: Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Ein Handbuch für die zahnärztliche Praxis. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1957
- Hauberrisser, E.: Röntgenologie und ihre Fehlgriffe. Misch Fortschr. 2, 563 (1926), 4, 601 (1928)
- Hausser, E.: Zur röntgenographischen Darstellung des Kiefergelenks und deren Bedeutung für die Kieferorthopädie. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 7, 117 (1940)
- Die röntgenologische Untersuchung des Kiefergelenks. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 6, C. Hanser, München 1951
- Der Aufbau des Kiefergelenkes bei den verschiedenen Gebißanomalien. Dtsch. Zahn-Mund- Kieferhk. 16, 177, 266 (1952)
- Zur Genese des seitlich offenen Bisses. Fortschr. Kieferorthop. 16, 319 (1955)
- Heidenreich, J.: Herstellungstechnik und Auswertbarkeit von Gebißstomogrammen. Med. Diss. München 1948
- Heiß, J.: Die Ankylose des Kiefergelenkes und ihre Behandlung. Fortschr. Kieferorthop. 15, 163 (1954)
- Die Hilfe des Röntgenbildes in der chirurgischen Zahnheilkunde. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 16, C. Hanser, München 1955
- Hellner, H. und H. Poppe: Röntgenologische Differentialdiagnose der Knochenkrankungen. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Henny, F. A. und O. L. Baldridge: Kondylektomie für das dauernd schmerzende Kiefergelenk. Ref. Quintessenz, H. 4, Ref. Nr. 883 (1957)
- Henny, F. A.: Behandlung des schmerzenden Kiefergelenks. Ref. Quintessenz, H. 12, Ref. Nr. 991 (1957)
- Herber, K.: Die Darstellung des Kiefergelenkes durch das Röntgenbild. Österr. Zschr. Stomat. 17, 267, 282 (1919)
- Herfert, O.: Zur Frage der operativen Behandlung der Luxationsbrüche des Kiefergelenkes. Zahnärztl. Rdsch. 64, 252 (1955)
- Zur Systematik und Therapie der Brüche des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 10, 1354 (1955)
- Zu der Therapie der Kiefergelenkbrüche. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Herrmann, M.: Zur Technik der Röntgenaufnahme des Kieferköpfchens. Ref. Zahnärztl. Rdsch. 42, 1738 (1933)
- Eine neue und einfache chirurgische Behandlungsmethode der habituellen Kiefergelenkluxation. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Heuser, H.: Röntgenologische Untersuchungen über das Knacken im Kiefergelenk als Ausdruck der deformierenden Arthropathie und der Luxationserscheinungen. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 10, 363 (1943)
- Das kranke Kiefergelenk im Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr. 71, 607 (1949)
- Zahnärztliche Röntgendiagnostik. J. A. Barth, Leipzig 1952
- Die Technik der Untersuchung des menschlichen Kiefergelenkes. J. Internat. Assoc. Dent. Stud. I, 32 (1953)

- Heuser, H.: Röntgendiagnostische Grundzüge der Kiefergelenkerkrankungen. Dtsch. Zahnärztekalendar 17. Jahrg. C. Hanser, München 1958
- Hoffer, O.: Gelenkveränderungen im Röntgenbild nach Beeinflussung mit funktionskieferrorthopädischen Apparaten. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 9, 995 (1954)
- Weitere Beobachtungen und Feststellungen an mit F. K. O.-Apparaturen beeinflussten Kiefergelenken. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 10, 34 (1955)
- Die Fernröntgenaufnahme. J. A. Barth, Leipzig 1956
- Hoffmann-Axthelm, W. und R. Zellner: Konservative Behandlung chronischer Arthropathien des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 9, 1036 (1954)
- Jung, T.: Die extraorle Röntgenaufnahme der Kiefer einschließlich der Kiefergelenke. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 16. C. Hanser, München 1955
- Jena, Ch.: Metastatische Tumoren der Mundhöhle. Med. Diss. Würzburg 1954
- Kalden, E.: Kasuistischer Beitrag zur Behandlung einer akuten Kiefergelenkentzündung durch Impletol. Zahnärztl. Welt 5, 376 (1950)
- Kallenberger, K.: Die Brüche des Unterkiefers. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Kémény, J. und R. Rehak: Die Zwangslagen der Kiefergelenkköpfchen. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 13, 693 (1958)
- Kirsch, Th.: Zur Differentialdiagnose unklarer Kopf- und Gesichtsschmerzen. Die Bedeutung der Funktionsstörungen der Kiefer. Dtsch. med. Wschr. 81, 298 (1956)
- Die Feinstfokusaufnahme in der Diagnostik der Kiefertumoren. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Koch, C. E.: Röntgendiagnostik des Felsenbeins. Röntgenblätter 9, 377 (1956)
- Köhler, J. A.: Diagnostik und Therapie der Kieferfrakturen. A. Hühig, Heidelberg 1951
- Die Kieferbrüche der Kinder und Jugendlichen. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Köle, H.: Ergebnisse von Kieferbruchkontrollen im Zeitraum von 1948—1954. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Korkhaus, G.: Die Hilfe des Röntgenbildes in der Kieferorthopädie. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 16, C. Hanser, München 1955
- Krajewski, Z.: Modifizierte Röntgenaufnahmetechnik der Kiefergelenke. Ref. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 27, 500 (1957)
- Kranz, P. P.: Chirurgie des praktischen Zahnarztes. J. A. Barth, Leipzig 1957
- Lapidus, F.: Zur Frage der Röntgendiagnostik des Kiefergelenkes. Österr. Zschr. Stomat. 32, 664 (1934)
- Lindemann, A.: Die orthopädische Behandlung der Bewegungsstörungen der Kiefer. Leitfaden der Chirurgie und Orthopädie des Mundes und der Kiefer. J. A. Barth, Leipzig 1954
- Lindemann, A. und O. Lorenz: Die Geschwülste der Mundhöhle, der Kiefer und des Gesichtes. Wissenschaftl. Verlagsg. m. b. H., Stuttgart 1950
- Loepp, W. und R. Lorenz: Röntgendiagnostik des Schädels. Gg. Thieme, Stuttgart 1954

- Marolt A.: Röntgenologische Untersuchungen über die Bewegungen der Kondylen beim Seitbiß. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 66, 183 (1956)
- Beitrag zur Röntgenographie des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 12, 1289 (1957)
- Martin, T.B.: An investigation of the position of the mandibular condyle and its interpretation from temporomandibular joint radiographs. Amer. J. Orthodont. 37, 277 (1951)
- Mathis, H. und F. Hammer: Über die Möglichkeiten der Tomographie in der Stomatologie. Österr. Zschr. Stomat. 39, 749 (1941)
- McCall, J. und S. Wald: Handbuch der klinischen dentalen Röntgenologie. Medical-Verlag, Stuttgart und Zürich 1954
- Mennig, H.: Oto-laryngologische Beziehungen zu Luxationen, Luxationsfrakturen und gelenknahen Frakturen des Unterkiefers. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 6, C. Hanser, München 1951
- Müller, H.: Die röntgenologische Darstellung des Kiefergelenkes und ihre Bedeutung für die Kieferorthopädie. Zahnärztl. Welt/Reform 11/57, 201 (1956)
- Fernröntgenologische Befunde bei der Behandlung von Distalbißfällen. Dtsch. Stomat. 7, 47 (1957)
- Müller, J. und F. Gärtner: Kiefergelenksentzündungen, Kiefergelenksankylosen und deren Behandlung. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 7, 1049 (1952)
- Müller, J., F. Gärtner, G. Keller: Eigentümliche hyperplastische Wachstumsvorgänge am Kiefergelenkköpfchen. Zahnärztl. Reform 56, 61 (1955)
- Neumann, D.: Die Kiefergelenkerkrankungen in ihrer Beziehung zur Prothetik und Kieferorthopädie. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 6, C. Hanser, München 1951
- Neumann, D. und M. Bernstein: Röntgenologische Untersuchungen über die Gelenkform sowie zur Frage der Entstehung des Rückbisses bei Fällen von Deckbiß im Milchgebiß. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 14, 130 (1951)
- Nitsche, H. und E. Vályi: Periodisch-identische Röntgenaufnahmen des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 23, 197 (1955)
- Nørgaard, F.: Die Arthrographie des Kiefergelenkes. Schinz H. R. u. a. Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Gg. Thieme, Stuttgart 1952
- Paatero, Y. V.: Einige Ergänzungen zu Brandrup-Wegnens Methode der Röntgenaufnahme des Kiefergelenkes. Ref. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 4, 764 (1949)
- Pantomographische Röntgenphotographie. Fortschr. Kieferorthop. 13, 115 (1952)
- Parma, C.: Zahnärztliche Röntgendiagnostik. Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1936
- Irrtümer der zahnärztlichen Röntgendiagnostik. Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1938
- Die Tomo- und Nahaufnahme des Kiefergelenkes. Österr. Zschr. Stomat. 40, 391 (1942)
- Perthes, G. und E. Borchers: Verletzungen und Krankheiten der Kiefer. F. Enke, Stuttgart 1932

- Pichler, H. und R. Trauner: Mund- und Kieferchirurgie. Urban & Schwarzenberg, Wien 1948
- Pordes, F.: Röntgenaufnahme des Kiefergelenkes in rein frontaler Richtung. Österr. Zschr. Stomat. **14**, 165 (1916)
- v. Reckow, J. F.: Der Flachtubus, eine unentbehrliche Ergänzung der dentalen Röntgenapparate. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. **10**, 402 (1955)
- Rehrmann, A.: Eine Methode zur gefahrlosen Präparation der Gelenkpfanne bei der osteoplastischen Wiederherstellung des Ramus mandibulae einschließlich des Gelenkkopfes. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Reichenbach, E.: Die Verrenkungsbrüche des Unterkiefergelenkkopfs. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. **1**, 31 (1934)
- Leitfaden der Kieferbruchbehandlung. J. A. Barth, Leipzig 1954
- Reichenbach, E. und H. Seidler: Über die sogenannte „Hypertrophie des Kiefergelenkköpfchens“. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. **3**, 806 (1948)
- Reichenbach, E.: Die Erkrankungen des Kiefergelenkes. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 6, C. Hanser, München 1951
- Reichenbach, E. und F. Bräse: Die Erkrankungen des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztekalendar, 16. Jahrg. C. Hanser, München 1957
- Reinmüller, J. und A. Burchard: Die zahnärztliche Röntgenologie. A. Barth, Leipzig 1914
- Richards, A. G. und Ch. C. Alling: Extraorale Röntgenaufnahmen. Unterkiefer und Kiefergelenk. Ref. Quintessenz, H. 10, Ref. Nr. 665 (1955)
- Ronge, E.: Über Mißdeutungen an Röntgenbildern des Felsenbeins in der Aufnahme-richtung nach Stenvers. Med. Diss. Würzburg 1935
- Rosenthal, W.: Pathologie und Therapie des Kiefergelenks. Misch Fortschr. **4**, 192 (1928), **5**, 175 (1929)
- Rüedi, G.: Zur Klinik der Gelenkkopffrakturen des Unterkiefers. Schweiz. Mschr. Zahnhk. **38**, 805 (1928)
- Rupperti, I.: Die Entwicklung der zahnärztlichen Röntgendiagnostik. Med. Diss. Würzburg 1955
- Saube, E. und W. Teschendorf: Die Röntgenbildanalyse. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Seepelski, K.: Praktische Bemerkungen zur Röntgenographie und Röntgendiagnostik in der Stomatologie. Ref. Misch Fortschr. **6**, 632 (1930)
- Scheff, J. und H. Pichler: Handbuch der Zahnheilkunde. Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1927
- Schindler, J.: Die enorale und extraorale Darstellung der Zähne und Kiefer mit Dentalgeräten. Schweiz. Mschr. Zahnhk. **65**, 963 (1955)
- Schinz, H. R., W. E. Baensch, E. Friedl, E. Uehlinger: Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Gg. Thieme, Stuttgart 1942
- Schlammpp, H.: Die Kieferbrüche und ihre Behandlung mit der Profilschiene. Berlinische Verlagsanstalt 1944

- Schlapp, H.: Welche Art von Schienungsverfahren bei Kieferfrakturen und zu welchem Zeitpunkt sollen sie angewendet werden? Zahnärztl. Welt 6, 267 (1951)
- Wie verhält sich der Zahnarzt bei Unfällen mit schweren Knochen- und Weichteilverletzungen des Gesichtsschädels im Sinne provisorischer Versorgung? Dtsch. Zahnärztebl. 14, 501, 541 (1955)
- Schlegel, D.: Keimdrüsenfunktion und Kiefergelenkerkrankungen. Dtsch. Stomat. 5, 626 (1955)
- Schlossbauer, B.: Röntgenaufnahmetechnik in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Schmidt, R.: Über Strahlenschädigung der Zähne und der Kiefer. Med. Diss. Würzburg 1956
- Schmidt, Z. P.: Die Röntgen-Untersuchungsmethoden des Kiefergelenkes. Stomatologija H. 2, 31 (1953)
- Schmuziger, P.: Die Kieferfrakturen im Röntgenbild. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 65, 983 (1955)
- Schoen, H.: Medizinische Röntgentechnik. Gg. Thieme, Stuttgart 1953
- Schönberger, A.: Tomographische Aufnahmen des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 27, 164 (1957)
- Schuchardt, K.: Die Chirurgie als Helferin der Kieferorthopädie. Fortschr. Kieferorthop. 15, 1 (1954)
- Schuricht, H.: Über Veränderungen am Unterkiefer während der ontogenetischen und phylogenetischen Entwicklung. M. Niemeyer, Halle/S 1952
- Schwarz, A. M.: Wie der angehende Kieferorthopäde Gesicht und Schädel verstehen lernt. Österr. Zschr. Stomat. 52, 64, 132, 188 (1955)
- Die Bedeutung des Fernröntgenbildes für die kieferorthopädische Praxis. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 10, 355 (1955)
- Seyss, R.: Zur Technik von schrägen Schichtaufnahmen. Röntgenblätter 9, 191 (1956)
- Sicher, H.: Zur Mechanik des Kiefergelenkes. Österr. Zschr. Stomat 27, 27 (1929)
- Die strukturelle und funktionelle Basis für Störungen im Kiefergelenk. Ref. Quintessenz H. 1, Ref. Nr. 705 (1956)
- Siegmond, H.: Pathologische und röntgenologische Untersuchungen zur Arthritis deformans des Kiefergelenkes (nach Untersuchungen von Steinhardt und Langen). Münch. Med. Wschr. 81, 622 (1934)
- Sobotta, J.: Atlas der descriptiven Anatomie des Menschen. Urban & Schwarzenberg, Berlin-München 1948
- Stehr, R.: Orthopädische Behandlung funktioneller Störungen im Kauorgan im Anschluß an Verletzungen seiner muskulären und knöchernen Bestandteile. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 2, 292 (1947)
- Steinhardt, G. und P. H. Langen: Röntgenologische und vergleichend anatomische Untersuchungen zur Diagnostik des gesunden und kranken Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztl. Wschr. 37, 30 (1934)
- Steinhardt, G.: Zur Pathologie und Therapie des Gelenkknackens bei Kieferschließbewegung. Dtsch. Zahnärztl. Wschr. 37, 1013 (1934)

- Steinhardt, G.: Die Bedeutung funktioneller Einflüsse für die Entwicklung und Formung der Kiefergelenke, 1. Teil, Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 2, 711 (1935); 2. Teil 3, 173 (1936)
- Neuere Erfahrungen über Verlauf und Behandlung des Kiefergelenk-Knackens. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 16, 27 (1952)
- Über die bei der Behandlung von Bißanomalien mittels intermaxillärer Verbände möglichen Gelenkveränderungen und deren Erkennung im Röntgenbild. Zahnärztl. Welt 7, 45 (1952)
- Die praktische Bedeutung der Röntgenaufnahmen des Kiefergelenkbereiches. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 10, 349 (1955)
- Diagnostik und Therapie der Kiefergelenkbrüche. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie. II. Bd. Gg. Thieme, Stuttgart 1956
- Kiefergelenkerkrankungen. Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Handbuch, Häupl, K., W. Meyer, K. Schuchardt, Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1957
- Zur Entstehung und konservativen Behandlung der Kiefergelenkstörungen (insbesondere der Bewegungsstörungen und des Gelenkknackens). Österr. Zschr. Stomat. 54, 69 (1957)
- Die Bedeutung funktioneller Einflüsse für das jugendliche Kiefergelenk. Fortschr. Kieferorthop. 18, 296 (1957)
- Strack, R.: Ist die Bildung des Tuberculum articulare „funktionell“ deutbar? Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 9, 333 (1954)
- Stroh, M.: Neuerungen in der extraoralen Radiographie der Kiefer. Med. Diss. Würzburg 1951
- Thielemann, K.: Diagnose und Therapie des funktionellen Distalbisses. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 27, 232 (1957)
- Thoma, K. H.: Oral Surgery. C. V. Mosby & Co., St. Louis 1948
- Oral Pathology. C. V. Mosby & Co., St. Louis 1954
- de la Tour, H.: Beitrag zur Verwirklichung röntgenologischer Darstellung des Kiefergelenks. Ref. Dtsch. Mschr. Zahnhk. 49, 804 (1931)
- Updegrave, W. J.: Eine verbesserte Technik für Röntgenbilder vom Kiefergelenk. Ref. Quintessenz H. 3, Ref. Nr. 24 (1950)
- Röntgenuntersuchung des Kiefergelenks. Ref. Quintessenz H. 2, Ref. Nr. 410 (1954)
- Voß, H.: Zur Anatomie und Mechanik des Kiefergelenkes. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 6, C. Hanser, München 1951
- Voß, H. und R. Herrlinger: Taschenbuch der Anatomie, I., II. und III. Bd. Piscator-Verlag, Stuttgart 1952
- Wätjen, J.: Die Erkrankungen des Kiefergelenkes. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 6, C. Hanser, München 1951
- Walkhoff, O.: Die erste Anwendung der Röntgenstrahlen und des Radiums in der Zahnheilkunde. Korrespondenzbl. Zahnärzte 52, 307 (1928)
- Wassmund, M.: Frakturen und Luxationen des Gesichtsschädels. H. Meusser, Berlin 1927
- Die akuten Entzündungen des Kiefergelenks, ihre Ausgänge und ihre Behandlung. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 2, 16 (1935)

- Wassmund, M.: Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer. J. A. Barth, Leipzig 1939
- Zur Chirurgie des Kiefergelenkes. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, H. 6, C. Hanser, München 1951
- Werner, K. und Th. Kirsch: Über die Röntgendiagnostik der Kiefertumoren mit Feinstfokusvergrößerungsaufnahmen. Stoma 10, 59 (1957)
- Wetzel, G.: Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte. G. Fischer, Jena 1951
- White, Th. C.: Planigraphie des Kiefergelenks. Tschr. tandheelk. 64, 241 (1957)
- Wolf, H.: Klinik der Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin 1950
- Konservative Therapie der Entzündungen des Kiefergelenks. Österr. Zschr. Stomat. 54, 64 (1957)
- Über konstitutionelle einseitige Verriesungen der Kiefer (Hemihypertrophia). Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 27, 180 (1957)
- Zimmer, E. A.: Die Röntgenologie des Kiefergelenkes. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 51, 949 (1941)
- Methodische Bemerkungen und Leitsätze zur direkten Röntgenvergrößerung. Fortschr. Röntgenstr. 75, 292 (1951)
- Zuppinger, A.: Traumatische Veränderungen in Kiefern und Zähnen. Schinz, H. R. u. a. Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Gg. Thieme, Stuttgart 1952

Lebenslauf

Am 11. April 1932 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Dr. Emil Ködel und seiner Frau Monika, geb. Blatz, in Würzburg geboren.

Nach vierjähriger Volksschulzeit in meinem Heimatort Bütthard besuchte ich von 1942 bis zur Reifeprüfung 1951 das Humanistische Gymnasium in Würzburg. Im Wintersemester 1951/52 begann ich mit dem Studium der Zahnmedizin an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg. Dort legte ich am 24. März 1954 die zahnärztliche Vorprüfung ab und erhielt am 6. Dezember 1956 die Approbation als Zahnarzt.

Seit 17. Dezember 1956 bin ich als Volontärassistent an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Würzburg tätig.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Günther Ködel

